

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

Využití tepelného čerpadla vzduch-voda v
administrativní budově

Air to Water Heat Pump Utilization for
Administrative Building

Student:

Bc. Jitka Havránková

Vedoucí diplomové práce :

doc. Ing. Mojmír Vrtek, Ph.D.

Ostrava 2011

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního s § 60 – školní dílo
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4. autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Ostravě

.....
podpis studenta

Adresa trvalého pobytu studenta:

Jitka Havránková
Jižní 29
Olomouc
783 01

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Havránková,J. Využití tepelného čerpadla vzduch-voda v administrativní budově.

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2011, 46s.

Fakulta strojní, Katedra energetiky

Diplomová práce, vedoucí práce:Vrtek,M.

Diplomová práce se zabývá návrhem systému vytápění a přípravy teplé vody pro administrativní budovu s využitím tepelného čerpadla vzduch – voda.

Návrh tepelného čerpadla se opírá o tepelné ztráty budovy.

V závěrečné části diplomové práce je zhodnocení tepelného čerpadla z ekonomického a environmentálního hlediska.

Součástí přílohy je výkresová dokumentace.

ANNOTATION OF THESIS

Havránková,J. Air to Water Heat Pump Utilization for Administrative Building.

Ostrava: VŠB –Technical University of Ostrava, 2011, 46s.

Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering

Thesis, head:Vrtek,M.

The thesis deal with the proposal of a heating system and preparation of hot water for an administrative building by utilization of an air to water heat pump.

The heat pump proposal is based on building heat loss.

In the final part of the thesis there is the evaluation of the heat pump from an economic and environmental perspective.

The drawing documentation is also enclosed.

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jitka Havránková**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T006 Energetické stroje a zařízení
Téma: **Využití tepelného čerpadla vzduch-voda v administrativní budově**
Air to Water Heat Pump Utilization for Administrative Building

Zásady pro vypracování:

Vypracujte projekt systému vytápění a přípravy teplé vody pro vybranou administrativní budovu s využitím tepelného čerpadla vzduch-voda. Při návrhu vycházejte z konkrétních klimatických poměrů v dané lokalitě. Diplomová práce bude obsahovat:

1. Výpočet sezónní potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody.
2. Kapacitní a bilanční výpočty.
3. Návrh systému.
4. Konstruktivní návrh tepelného čerpadla.
5. Stanovení environmentálního přínosu a ekonomické vyhodnocení.

Grafické práce:

1. Schéma systému vytápění a přípravy teplé vody
2. Dispoziční uspořádání systému v rámci objektu
3. Sestava tepelného čerpadla

Seznam doporučené odborné literatury:

KAMINSKÝ, J.; VRTEK, M. Obnovitelné zdroje energie. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 1998. 102 s. ISBN 80-7078-445-8.

HUMM, O. Nízkoenergetické domy. Praha : Grada, 1999. 353 s. ISBN 80-7169-657-9.

TURNER, W., C. Energy Management Handbook. 3. vyd. Lilburn : The Fairmont Press, Inc., 1997. 400 s. ISBN: 0-13-728098-X.

SMOLÍK, J. Technika prostředí. Praha : SNTL/ALFA, 1985. 317 s.

MORAN, M.J.; SHAPIRO, H.N. Fundamental of Engineering Thermodynamics. 2.vyd. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1992. ISBN 0471076813.

DVOŘÁK Z., KLAZAR L., PETRÁK J. Tepelná čerpadla. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987. 339 s.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Mojmír Vrtek, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011




prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Obsah diplomové práce

Seznam použitých značek, indexů	9
Seznam použitých zkratek	11
1. Úvod	12
2. Základní informace o administrativní budově	14
2.1 Popis objektu	14
2.2 Statistické údaje	15
3. Tepelné ztráty	16
3.1 Výpočet součinitele prostupu tepla	16
3.2 Výpočet tepelných ztrát	17
3.2.1 Tepelná ztráta prostupem tepla	17
3.2.2 Tepelná ztráta prostoru větráním	18
3.2.3 Celková tepelná ztráta	19
4. Spotřeba tepla objektu	21
4.1 Klimatické podmínky a data otopného období	
4.2 Roční potřeba tepla na vytápění	21
4.2.1 Výpočet roční potřeby tepla denostupňovou metodou	21
4.3 Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	22
4.4 Celková roční potřeba tepla	24
5. Návrh otopné soustavy	25
5.1 Popis otopného systému	25
5.2 Otopná tělesa	25
6. Zdroj tepla	26
7. Návrh tepelného čerpadla	27
7.1 Princip funkce	27
7.2 Topný faktor	28
7.3 Zdroje nízkopotenciálního tepla	29
7.3.1 Půdní vrstva	29
7.3.2 Hlubinné vrty	30
7.3.3 Povrchová voda	31
7.3.4 Podzemní voda	32
7.3.5 Odpadní vzduch + půdní vrstva	32
7.3.6 Venkovní vzduch	33
7.3.7 Vnitřní vzduch	34

7.4	Volba chladiva	35
7.5	Výpočet tepelného čerpadla	36
7.6	Volba provozního režimu tepelného čerpadla	40
7.6.1	Bivalentní provoz	40
7.6.2	Stanovení bivalentního bodu	40
7.7	Návrh hlavních částí tepelného čerpadla	42
7.7.1	Měděné trubky	42
7.7.2	Kompresor	42
7.7.3	Presostaty	43
7.7.4	Výměníky tepla	44
7.7.5	Sběrač kapalného chladiva	46
7.7.6	Filtrdehydrátor	46
7.7.7	Průhledítko	47
8.	Návrh systému vytápění a ohřevu teplé vody	49
8.1	Plynový kondenzační kotel	49
8.1.1	Návrh spalinové cesty	49
8.1.2	Regulace	50
8.2	Zásobníkový ohříváč vody	50
8.3	Expanzní nádoba	51
8.4	Kombinovaný rozdělovač a sběrač	52
8.5	Oběhové čerpadlo	53
9.	Návrh systému vytápění pomocí tepelného čerpadla	55
9.1	Tepelné čerpadlo	55
9.2	Vzduchová clona	55
9.3	Akumulační zásobník	56
9.4	Topná příruba s keramickými topnými tělesy	57
9.5	Expanzní nádoba	58
9.6	Oběhové čerpadlo	59
10.	Technická infrastruktura	61
10.1	Plynovod	61
10.2	Rozvod elektrické energie	61
11.	Ekonomické zhodnocení	63
11.1	Provozní náklady na vytápění a ohřev TUV	63
11.1.1	Využití plynového kondenzačního kotle + TČ	63
11.1.2	Využití plynového kondenzačního kotle	65

11.2 Investiční náklady	67
11.3 Návratnost	68
12. Environmentální zhodnocení	70
13. Závěr	72
14. Seznam použitých pramenů	73
15. Seznam příloh	75

Seznam použitých značek

\dot{V}	m^3/h	objemový průtok
\dot{m}	kg/h	hmotnostní průtok
a_k	kJ/kg	izoentropická práce
B	$\text{Pa}^{0,67}$	charakteristické číslo budovy
c_v	$\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$	měrná tepelná kapacita
d	dny	počet dnů v potopném období
D	$\text{K} \cdot \text{den}$	počet denostupňů
d_1	mm	průměr sacího potrubí
d_2	mm	průměr výtlačného potrubí
d_3	mm	průměr kapalinového potrubí
E	kWh	spotřeba energie
H	m	výška vodního sloupce
H_s	kWh/m^3	spalné teplo
i	kJ/kg	entalpie
i_{LV}	$\text{m}^2/\text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$	součinitel spárové průvzdušnosti
k	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^1$	součinitel prostupu tepla konstrukcí
l	m	délka
L	m	délka spár otevíratelných částí oken a dveří
M	1	charakteristické číslo místnosti
N	dny	počet pracovních dní v roce
N	$\text{Kč}/\text{rok}$	náklady
n	rok	návratnost
n_h	h	intenzita výměny vzduchu
P	kW	příkon
p	Pa	tlak plynu
p_1	1	přirážka na vyrovnání vlivu chladných
p_2	1	přirážka na urychlení zátoku

p_3	1	přirážka na světovou stranu
p_k	kPa	kondenzační tlak
p_o	kPa	vypařovací tlak
q_m	kJ/kg	hmotová chladivost
Q_o	W	základní tepelná ztráta prostupem tepla
Q_{ot}	W	instalovaný tepelný výkon
Q_p	W	tepelná ztráta místnosti prostupem tepla
Q_v	W	tepelná ztráta prostoru větráním
Q_z	W	trvalé tepelné zisky
S	m^2	plocha
t_e	$^{\circ}C$	výpočtová venkovní teplota
t_{es}	$^{\circ}C$	průměrná teplota otopného období
t_i	$^{\circ}C$	výpočtová vnitřní teplota
t_k	$^{\circ}C$	teplota na začátku kondenzace
t_o	$^{\circ}C$	teplota na začátku kondenzace
V_A	l	objem vody v soustavě
V_m	m^3	objem místnosti
V_p	m^3	spotřeba zemního plynu
V_v	m^3/s	objemový tok větracího vzduchu
w	m/s	rychlost
α	$W/m^2.K^1$	součinitel přestupu tepla
ε	1	opravný součinitel
ε_{ch}	1	chladicí faktor
ε_T	1	topný faktor
η	1	účinnost
λ	W/m.K	součinitel tepelné vodivosti
v	m^3/kg	měrný objem
ρ	kg/m	hustota vody
σ	1	kompresní poměr

Indexy

bival	bivalentní zdroj
c	celkem

d	denní
e	exteriér
i	interiér
ie	izoentropická
j	jistič
OD	okno dvojité
p	palivo
r	roční
SO	stěna venkovní (ochlazovaná)
SVL	studená voda v létě
SVZ	studená voda v zimě
TČ	tepelné čerpadlo
TUV	teplá voda
vyt	vytápění
z	zemní plyn

Seznam použitých zkratk

DO	dveře venkovní (ochlazované)
OD	okno dvojité
PDL	podlaha
SCH	střecha
SO	stěna venkovní (ochlazovaná)
TČ	tepelné čerpadlo
TUV	teplá voda

1. Úvod

V současné době, kdy ceny energií neustále rostou a pravděpodobně i nadále budou růst a naleziště fosilních paliv se pomalu ale jistě dostávají na své dno, se lidstvo snaží přijít na způsob, jak nahradit vyčerpatelné zdroje jinými, obnovitelnými zdroji s ohledem na životní prostředí.

Přírodní živly planety Země nabízí řešení. Jejich nespornou výhodou je právě výše zmíněná ekologická šetrnost a obnovitelnost. Získáním energie ze Slunce, vody, země nebo větru ušetříme naši planetu skládek, nebezpečných a radioaktivních odpadů. K tomu však potřebujeme technické zařízení, které nám umožní z obnovitelného zdroje tuto energii získat. Jsou to např. kolektory pro sluneční ohřev vody, fotovoltanické články, větrné elektrárny atd. Jejich cena je relativně vysoká a proto nemůže čistá energie konkurovat produkci fosilních a jaderných zdrojů.

Dnes je ale možné získat dotace ze Státního fondu životního prostředí na technologie umožňující využívání obnovitelných zdrojů energie.

Moderní technologie, které je možné využít jak pro vytápění celého domu, tak i pro prostý ohřev vody, se v posledních letech staly stále dostupnějšími a díky tomu i rozšířenějšími. Hlavními argumenty proč si vybrat takovýto způsob vytápění nejen v domácnosti je jednak šetrnost k přírodě ale hlavně ekonomická úspora z hlediska provozních nákladů, neboť alternativní zdroje dokáží dodávat teplo s podstatně nižšími náklady než klasické způsoby vytápění jako je například kotel. Pro získání tepla v domácnosti jsou vhodné solární panely a tepelná čerpadla.

V zemi, vodě i ve vzduchu je obsaženo obrovské množství tepla. Mají však nízkou teplotní hladinu a proto je nelze využít na přímo. K tomu nám slouží tepelná čerpadla. Ta umožňují odnímat teplo okolního prostředí, převádět je na vyšší teplotní hladinu a předávat ho pak cíleně pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody.

Cílem této diplomové práce je vypracovat projekt systému vytápění a přípravy teplé vody pro administrativní budovu s využitím tepelného čerpadla. Celý návrh se opírá o výpočet tepelných ztrát objektu, potřeby tepla na vytápění a přípravu TUV. Výsledkem diplomové práce bude ekonomické a environmentální zhodnocení přínosu nasazení tepelného čerpadla.

2. Základní informace o administrativní budově

2.1 Popis objektu

Objekt byl postaven počátkem dvacátého století a částečně rekonstruován v devadesátých letech dvacátého století. Jedná se o samostatně stojící objekt ve tvaru písmene L se dvěma nadzemními podlažími a jedním podzemním podlažím. Zastřešení je řešeno sedlovou střechou, v prostoru krovu jsou provedeny půdní vestavby.

Předmětem projektu je návrh systému vytápění a přípravy teplé vody pro Centrum zahradnického výzkumu, který se nachází v městě Lednice, okres Břeclav.



Obrázek 2.1 – Administrativní budova v Lednici [6]

2.2 Statistické údaje

- o podlahové ploše budovy

	Zastavěná plocha (m ²)	Plocha užitková (m ²)	Obestavěný prostor (m ³)
základy	769	-	248
1.PP	769	495,8 m ²	2173
1.NP	759	586,0	3079
2.NP	738	583,6	2983
3.NP	738	568,6	2668
celkem	-	2234,0	11151

Tabulka 2.1 – podlahová plocha [18]

- počtu osob

Počet stálých zaměstnanců – výzkum, vč. administrativy	31
Počet vyučujících	10
Počet příležitostných pracovníků výzkumu (senzorická laboratoř)	23
Návštěvy (propagace, knihovna, badatelný)	38
Počet studentů	50
Celkem:	152

3. Tepelné ztráty

Při výpočtu bylo vycházeno z normy ČSN 06 0210 – Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, výkresové dokumentace, skladby konstrukcí a z parametrů jednotlivých stavebních materiálů. Součinitel přestupu tepla pro vnitřní a vnější stranu volím dle ČSN 73 0542 – Tepelná ochrana budov.

Tepelné ztráty se vypočítají z vnitřních rozměrů plochy stropů, podlah a svislých stěn místností, jen u výšky se počítá s konstrukční výškou podlaží. Plocha oken a dveří se stanoví podle jejich skladebních rozměrů, včetně rámu a zárubní.

Při výpočtu bylo uvažováno jen s výměnou stávajících oken za nová plastová. Ostatní stavební konstrukce budou ponechány v původním stavu.

3.1 Výpočet součinitele prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla vypočítáme ze vztahu:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{W/m}^2.\text{K}] \quad (3.1)$$

kde:

α_i – součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [W/m².K]

$\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2.\text{K}$

α_e – součinitel přestupu tepla na vnější straně [W/m².K]

$\alpha_e = 23 \text{ W/m}^2.\text{K}$

l_i – tloušťka daného materiálu [m]

λ_i – součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]

Skladba konstrukčních prvků:

Okna OD - $k = 1,40 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Podlaha PDL - $k = 1,00 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Střecha SCH - $k = 0,25 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Stěny SO -

$$k = 1,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

3.2 Výpočet tepelných ztrát

Venkovní výpočtová teplota pro oblast Břeclav (Lednice) je -12°C , poloha budovy nechráněná. Vnitřní výpočtová teplota v pracovnách, laboratořích, učebnách je 20°C . Chodby, technické místnosti, klozety a hlavní schodiště 15°C , sprchy 24°C dle literatury [2].

3.2.1 Tepelná ztráta prostupem tepla

Tepelná ztráta místnosti prostupem tepla \dot{Q}_p se vypočítá podle vztahu:

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [\text{W}] \quad (3.2)$$

kde:

\dot{Q}_o - základní tepelná ztráta prostupem tepla [W]

p_1 – přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí [-]

p_2 – přírážka na urychlení zátoku [-]

p_3 – přírážka na světovou stranu [-]

Základní tepelná ztráta prostupem tepla \dot{Q}_o je rovna součtu tepelných toků prostupem tepla jednotlivými konstrukcemi ohraničující vytápěnou místnost do venkovního prostředí nebo do sousedních místností.

$$\dot{Q}_o = \sum_{j=1}^n k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{W}] \quad (3.3)$$

kde:

k_i – součinitel prostupu tepla [W/m².K]

S_j – ochlazovaná část stavební konstrukce [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C]

t_e – výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce [°C]

Přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_1 , závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla všech konstrukcí místnosti k_c , který se vypočítá

$$k_c = \frac{\dot{Q}_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)} \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}] \quad (3.4)$$

kde:

S – celková plocha všech konstrukcí ohraničujících vytápěnou místnost [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C]

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí se pak stanoví ze vztahu:

$$p_1 = 0,15 \cdot k_c \quad [-] \quad (3.5)$$

S přirážkou na urychlení zátoku p₂ se za normálních okolností nepočítá, protože při výpočtových podmínkách se předpokládá nepřerušovaný provoz vytápění.

Nejvíce ochlazovaná stavební konstrukce místnosti rozhoduje o přirážce na světovou stranu p₃. Při více konstrukcích, rozhoduje poloha jejich společného rohu. U místností s více ochlazovanými konstrukcemi se počítá s přirážkou největší.

Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
p ₃ [-]	-0,05	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

Tabulka 3.1 – přirážka na světovou stranu [2]

3.2.2 Tepelná ztráta prostoru větráním

Tepelná ztráta místnosti (prostoru) větráním \dot{Q}_v se vypočítá:

$$\dot{Q}_v = 1300 \cdot \dot{V}_v \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{W}] \quad (3.6)$$

kde:

\dot{V}_v - objemový tok větracího vzduchu [m³/s]

- dosadí se větší z hodnot \dot{V}_{vH} a \dot{V}_{vP}

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C]

c_v – objemová tepelná kapacita vzduchu při teplotě 0°C, při střední teplotě

$$t_m = 0,5 \cdot (t_i - t_e) \text{ [J/m}^3 \cdot \text{K]}$$

$$c_v = 1300 \text{ J/m}^3 \cdot \text{K}$$

Objemový tok větracího vzduchu prostoru \dot{V}_v musí vycházet z hygienických nebo technologických požadavků. Tyto požadavky jsou dány potřebnou intenzitou výměny vzduchu n_h [h⁻¹].

Požadovaná hodnota intenzity výměny vzduchu pro administrativní budovy je $n_h = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Potřebný průtok \dot{V}_{vH} se stanoví ze vztahu:

$$\dot{V}_{vH} = \frac{n_h}{3600} \cdot V_m \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.7)$$

kde:

V_m – vnitřní objem prostoru [m³]

n_h – požadovaná intenzita výměny vzduchu [h]

Při přirozeném větrání infiltrací se objemový tok větracího vzduchu \dot{V}_{vP} určí ze vztahu:

$$\dot{V}_{vP} = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.8)$$

kde:

$\sum (i_{LV} \cdot L)$ - součinitel průvzdušnosti oken a venkovních dveří dané místnosti
[m³/s.Pa^{0,67}]

i_{LV} – součinitel spárové průvzdušnosti [m²/s¹.Pa^{0,67}]

L – délka spár otevíratelných částí oken a venkovních dveří [m]

B – charakteristické číslo budovy [Pa^{0,67}]

M – charakteristické číslo místnosti [-]

3.2.3 Celková tepelná ztráta

Celková tepelná ztráta \dot{Q}_c se rovná součtu tepelné ztráty prostupem tepla konstrukcemi \dot{Q}_p a tepelné ztráty větráním snížené o trvalé tepelné zisky \dot{Q}_z .

Při výpočtu celkové tepelné ztráty neuvažuji trvalé tepelné zisky.

Celková tepelná ztráta se tedy vypočítá ze vztahu:

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_p + \dot{Q}_v - \dot{Q}_z \quad [\text{ W }] \quad (3.8)$$

kde:

\dot{Q}_p - tepelná ztráta prostupem tepla [W]

\dot{Q}_v - tepelná ztráta větráním [W]

\dot{Q}_z - trvalý tepelný zisk [W]

Pro stanovení celkové tepelné ztráty objektu jsem použila program Protech – Tepelné ztrát, výpis z programu viz příloha č.1.

Tepelná ztráta prostupem tepla $Q_c = 86\,025 \text{ W}$

Tepelná ztráta větráním $Q_v = 23\,820 \text{ W}$

Celková tepelná ztráta objektu je $Q_c = 109\,845 \text{ W}$

Pro další výpočty uvažuji s tepelnou ztrátou 110 000W.

4. Spotřeba tepla objektu

4.1 Klimatické podmínky a data otopného období

Lokalita:

Město:	Břeclav (Lednice)
Nadmořská výška:	159m
Počet dnů otopného období:	224
Mezní teplota topného období:	$t_{em} = 13^{\circ}\text{C}$
Venkovní výpočtová teplota:	$t_e = -12^{\circ}\text{C}$
Průměrná teplota otopného období:	$t_{es} = 3,3^{\circ}\text{C}$

4.2 Roční potřeba tepla na vytápění

Roční potřebu tepla na vytápění budovy se rozumí potřeba tepla za otopné období, které je nutné dodat do budovy, aby bylo zajištěno předepsané vnitřní klima. Vychází se z tepelné ztráty objektu s ohledem na klimatické podmínky.

4.2.1 Výpočet roční potřeby tepla denostupňovou metodou

Denostupňová metoda je jedna z možností, které slouží pro návrh vyhodnocení a porovnání potřeby tepla pro vytápění. Pro tuto metodu je nutná znalost průběhu venkovních teplot z meteorologických dat. Podklady pro výpočet byly získány z literatury [4].

Počtem denostupňů rozumíme součin počtu dnů vytápění v jiném časovém období a rozdíl středních teplot vnitřního a venkovního vzduchu během tohoto období.

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad [\text{K.den}] \quad (4.1)$$

kde:

d – počet denostupňů otopného období [dny]

t_{is} – průměrná vnitřní teplota [$^{\circ}\text{C}$]

$t_{is} = 18,3^{\circ}\text{C}$

t_{es} - průměrná venkovní teplota [°C]

$t_{is} = 3,3^{\circ}\text{C}$

potom:

$$D = 224 \cdot (18,3 - 3,3) = 3360 \text{ K.den}$$

Roční potřeba na vytápění se vypočítá ze vztahu:

$$Q_{vyr,r} = 24 \cdot Q_c \cdot f_1 \cdot \frac{D}{t_{is} - t_e} \quad [\text{Wh/rok}] \quad (4.2)$$

kde:

Q_c – celková tepelná ztráta objektu [W]

$$Q_c = 110000 \text{ W}$$

f_1 - koeficient vyjadřující vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot uvažovaných při výpočtu celkové tepelné ztráty objektu Q_c [-].

Hodnota koeficientu pro administrativní budovy a školy je $f_1 = 0,85$.

D – počet denostupňů [K.den]

t_{is} – průměrná vnitřní teplota [°C]

$$t_{is} = 18,3^{\circ}\text{C}$$

t_{es} - výpočtová venkovní teplota [°C]

$$t_{is} = - 12^{\circ}\text{C}$$

dosazení do rovnice:

$$Q_{vyr,t} = 24 \cdot 110000 \cdot 0,85 \cdot \frac{3360}{[18,3 - (-12)]} = 248,8 \text{ MWh/rok}$$

4.3 Roční potřeba tepla pro ohřev TUV

Podklady pro výpočet TUV z literatury [4].

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody:

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad [\text{kWh/den}] \quad (4.3)$$

kde:

ρ – hustota vody [kg/m³]

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

c – měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K]

$$c = 4186 \text{ J/kg.K}$$

V_{2p} – celková potřeba teplé vody za 1 den [m³/den]

t_1 – teplota studené vody [°C]

$$t_1 = 8^\circ\text{C}$$

t_2 – teplota ohřáté vody [°C]

$$t_2 = 55^\circ\text{C}$$

z – koeficient energetických ztrát systému pro přípravu teplé vody, $z = 0,3$

Potřeba vody:

Vyučující, studenti, pracovníci výzkumu

$$10+50+31=91$$

Denní potřeba vody

$$60\text{l/os/den}$$

$V_{\text{denní}}$

$$91 \cdot 60 = 5460\text{l/den}$$

Z celkového množství uvažují 40% teplé vody.

$$V_{2p} = 5460 \cdot 0,4 = 2184\text{l/den}$$

$$V_{2p} = 2,184 \text{ m}^3/\text{den}$$

po dosazení:

$$Q_{TUV,d} = (1 + 0,3) \cdot \frac{1000 \cdot 4186 \cdot 2,184 \cdot (55 - 8)}{3600} = 155,2 \text{ kWh / den}$$

Roční potřeba tepla pro ohřev teplé vody:

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d) \quad [\text{kWh/rok}]$$

kde:

d – počet dnů otopného období [dny]

t_2 – teplota ohřáté vody [°C]

$$t_2 = 55^\circ\text{C}$$

t_{svl} – teplota studené vody v létě [°C]

$$t_{svl} = 15^\circ\text{C}$$

t_{svz} – teplota studené vody v zimě [°C]

$$t_{svz} = 5^\circ\text{C}$$

N – počet pracovních dní soustavy v roce [dny]

$N = 253$ dnů

0,8 – součinitel zohledňující snížení spotřeby TUV v létě [-]

po dosazení do rovnice:

$$Q_{TUV,r} = 155,2 \cdot 224 + 0,8 \cdot 155,2 \cdot \frac{55-15}{55-5} \cdot (253-224) = 37,6 \text{ MWh / rok}$$

4.4 Celková roční potřeba tepla

Celková roční potřeba tepla se vypočítá jako součet roční potřeby tepla na vytápění a roční potřeby tepla na přípravu TUV.

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_{vyt,r} + Q_{TUV,r} \\ Q_r &= 248,8 + 37,6 = 286,4 \text{ MWh / rok} \end{aligned} \tag{4.4}$$

5. Návrh otopné soustavy

5.1 Popis otopné soustavy

Otopný systém bude veden od rozdělovače k jednotlivým stoupačkám, odkud budou napojena otopná tělesa horizontálním rozvodem vedeným v drážce ve stěně. Otopný systém bude proveden z měděného potrubí. Potrubí vedoucí ve stěně musí být izolováno i z hlediska dilatace tepelnou izolací o tloušťce 10 mm převlečnými hadicemi TUBEX. Potrubí procházející stěnou musí být opatřeno chráničkou nebo izolací.

Ústřední vytápění bude provozováno na teplotní spád 70/55 0C s nuceným oběhem topné vody.

5.2 Otopná tělesa

V místnostech budou osazena ocelová desková otopná tělesa firmy KORADO v provedení RADIK klasik s bočním napojením vybavené rohovými a přímými ventily firmy Danfoss RA-N15 a šroubením typ RLV 15 s uzavíráním a vypouštěním. Na otopných tělesech budou osazeny zesílené modely termostatických hlavice RA 2920, které se používají ve školách a veřejných budovách. OT budou vybaveny odvzdušňovacími ventily.



Obrázek 5.1 – rohový a přímý ventil RA-N15, termostatická hlavice RA 2920, šroubení RLV 15 [23]

6. Zdroje tepla

Zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody jsou navrženy dva nástěnné plynové kondenzační kotle. Nad vstupními dveřmi do budovy v 1.NP budou umístěny dveřní vzduchové clony. Pro tyto clony bude jako zdroj tepla navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda. Pro okruh vytápěný tepelným čerpadlem je jako bivalentní zdroj navržena topná příruba s keramickými topnými tělesy, která je umístěna v akumulární nádrži.

Tepelné čerpadlo nebylo navrženo na vytápění celého objektu z důvodu zamítnutí možnosti zateplení fasády objektu Památkovým ústavem ČR.

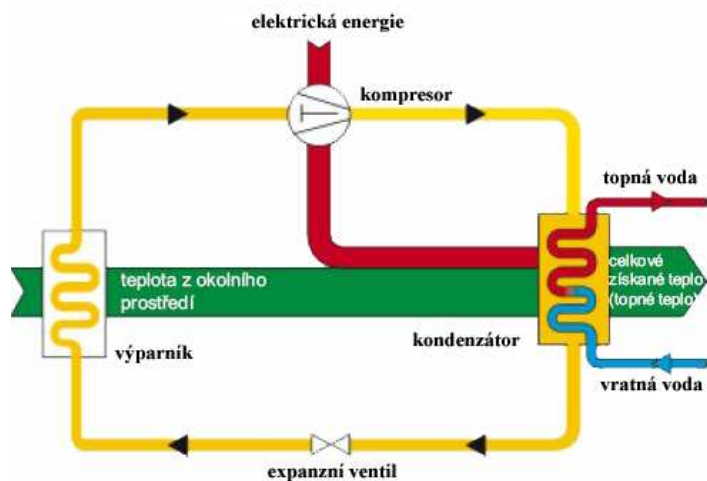
7. Tepelná čerpadla

Základní principy této technologie byly objeveny již v roce 1852, kdy hlavní myšlenku chodu tepelného čerpadla popsal William Thomson ve své druhé větě termodynamické.

Americký vynálezce Robert C. Weber sestrojil koncem 40.let minulého století první prototyp tohoto zařízení. V podstatě se to stalo náhodou, když prováděl pokusy s hlubokým zamražením. Popálil se na dlani, kdy se neopatrností dotkl výstupního potrubí. Zranění ho dovedlo k myšlence o dalším využití tohoto chladicího zařízení. Vynálezce propojil výstup mrazáku se zásobníkem na teplou vodu a pomocí potrubní smyčky a větráku pak vháněl přebytečné teplo do domu. V roce 1927 byla uskutečněna první realizace v průmyslu, kdy se tímto způsobem vyřešilo vytápění úřední budovy v Los Angeles. Hlavní vlna rozmachu tepelných čerpadel přišla v období energetické krize.

7.1 Princip funkce

Základem tepelného čerpadla je uzavřený okruh, naplněný chladivem, označované jako pracovní médium. Má tu vlastnost, že se i při nejnižších (venkovních) teplotách odpařuje. Přivede-li se voda nebo venkovní vzduch k výměníku tepla (výparníku), ve kterém cirkuluje pracovní médium, odejme takovému zdroji tepla potřebné výparné teplo a přejde z kapalného do plynného stavu. Zdroj tepla se tím o několik stupňů ochladí. Kompresor plynné pracovní médium nasaje a stlačí. Tím se zvětší jeho tlak a stoupne také jeho teplota – pracovní médium je „přečerpáno“ na vyšší teplotní úroveň. K tomu je zapotřebí vynaložit elektrickou (nebo jinou) energii. Ta však nepřestavuje energii ztracenou, ale zvyšuje energetický (tepelný) potenciál pracovního média, které se dále dostává do kondenzátoru. Tam pracovní médium odevzdává své celkové teplo, které uvedeným způsobem získalo, respektive teplo je mu odňato nějakou teplotonosnou látkou (např. vodou pro teplovodní vytápění). Tím dojde ke zkapalnění pracovního média, v expanzním ventilu se seškrtní na původní nízký tlak a oběh se opakuje.



Obrázek 7.1 – Schéma principu tepelného čerpadla [7]

7.2 Topný faktor

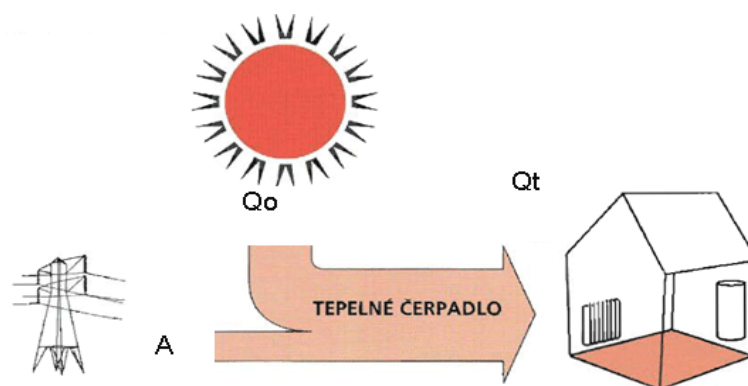
Jeden z nejdůležitějších parametrů tepelného čerpadla je topný faktor. Udává spotřebu elektřiny na produkci tepla.

$$\varepsilon_T = \frac{Q_t}{A} \quad [-] \quad (7.1)$$

kde:

Q – teplo dodané do vytápění [kWh]

A – energie pro pohon tepelného čerpadla [kWh]



Obrázek 7.1 Topný faktor [8]

Topný faktor se mění podle okolních podmínek. Teplota zdroje (půda, voda, vzduch) během roku kolísá, mírně může kolísat i výstupní teplota z tepelného čerpadla.

7.3 Zdroje nízkopotenciálního tepla

Nízkopotenciální energii musíme odčerpat z našeho okolí. Existují jen tři hlavní zdroje, odkud tuto energii můžeme čerpat. Jedná se o zdroje ze země, ze vzduchu a nakonec z vody. Každá varianta má své výhody a nevýhody. Rozhodujícím faktorem pro výběr vhodného nízkopotenciálního zdroje tepla jsou místní podmínky lokality.

7.3.1 Půdní vrstva

Využívá se zde půdní kolektor. Půda je ochlazována tepelným výměníkem z polyetylenového potrubí plněného nemrznoucí směsí, které je uloženo do „hadovitého“ výkopu. Tento systém má nižší pořizovací náklady za cenu mírně horšího průměrného ročního topného faktoru oproti hlubinným vrtům. Podle průměrné venkovní teploty kolísá během celého roku teplota zeminy. Vlivem kolísání teploty se topný faktor během roku mírně mění, nejhorší bývá koncem topné sezony, kdy je už půda vychlazená. Jestliže využíváme TČ jen pro vytápění, může být kolektor menší, protože se přes léto regeneruje přestupem tepla z okolních vrstev zeminy, slunečním zářením a teplem z venkovního vzduchu. Je-li používán celoročně, je nutné plochu kolektoru zvětšit.

Plošný půdní kolektor umísťujeme dostatečně daleko od objektu, aby nehrozilo promrznutí základů. Trubky půdního kolektoru se mohou ukládat na souvisle odkrytou plochu, nejméně však 0,6m od sebe v hloubce 1,5 – 2m. Můžeme použít také kolektor typu slinky tvořeny smyčkami potrubí, které vzniknou jen roztážením svinutého kola hadice.



Obrázek 7.2 - Tepelné čerpadlo země / voda [15]

7.3.2 Hlubinné vrtý

Energie ze zemského jádra prostopuje na povrch ve formě tepla. S rostoucí hloubkou pod povrchem roste i teplota hornin. Přibližně se každých 30m zvýší teplota o 1°C. V hloubce 100m bude teplota okolo 10 °C. Průměrný tepelný tok na zemi je $60 \pm 10 \text{ mW/m}^2$.

Důležitým parametrem pro posouzení lokality je tepelná vodivost horniny. Teplo z podloží se čerpá pomocí vrtu (někdy i několika vrtů) o hloubce od 50 do 150m. Je-li potřeba více vrtů, měli by mít od sebe odstup minimálně 10m, aby se vzájemně neovlivňovali.

Na 1kW výkonu TČ je potřeba 12-18m hloubky vrtu podle geologických podmínek.

Vrt má obvykle průměr 130 – 220mm. Po odvrtání zeminy se do vrtu zasune polyesterová hadice kolektoru. V hadici proudí nemrznoucí směs, nejčastěji vodní roztok lihu nebo monoethylenglykolu. Vrt se poté musí utěsnit cementovou nebo jílocementovou směsí.

TČ má velmi dobrý topný faktor, který se během roku téměř nemění. Je to dáno tím, že čerpá teplo o poměrně vysoké a celoročně stálé teplotě (okolo 10°C). Běžně se dosahuje hodnot topného faktoru 4 – 5.



Obrázek 7.3 - Tepelné čerpadlo nemrznoucí kapalina / voda [15]

7.3.3 Povrchová voda

Teplota povrchové vody je poměrně nízká, zřídka zamrzá a ve většině případů je znečištěná. Z těchto důvodů není vhodná pro využití v tepelném čerpadle. Do dna vodní nádrže nebo vodoteče lze umístit kolektor, který by vodu ochlazoval. Není možné využívat malé zamrzající potoky.

Vhodné jsou trvale tekoucí vody např. náhon malé vodní elektrárny, kde je možné bez problému umístit výměník pro tepelné čerpadlo.



Obrázek 7.4 - Tepelné čerpadlo voda / voda [15]

7.3.4 Podzemní voda

Zdrojem tepla je spodní voda, která se odebírá ze zdrojové studny a po ochlazení se vypouští do druhé vsakovací studny, dostatečně vzdálené od studny odběrové. Tepelné čerpadlo musí být chráněno proti výpadku dodávky zdrojové vody, jelikož by hrozilo poškození výměníku nebo jeho zamrznutí. Spodní voda nesmí být příliš mineralizovaná, jinak by zanášela výměník tepelného čerpadla. Je nutné si nechat udělat chemický rozbor vody.

Výhodou je získání nejvyššího ročního topného faktoru při nejnižších nákladech. Je to dáno relativně vysokou teplotou spodní vody, která je stálá v hloubkách větších než 10m a během celého roku se pochybuje v rozmezí 8 - 10°C.



Obrázek 7.5 - Tepelné čerpadlo voda / voda [15]

7.3.5 Odpadní vzduch + půdní vrstva

Kombinace využívání tepla odpadního vzduchu a tepla z plošného kolektoru, která zásadně zefektivňuje účinek tepelného čerpadla. Teplo z odpadního vzduchu je maximálně využito. Není – li potřeba vytápět nebo ohřívat TUV, je nadbytečné teplo z větracího vzduchu uloženo do podzemní smyčky. Díky tomu je teplota zemního kolektoru stále vysoká a tepelné čerpadlo pracuje celoročně s vysokým topným faktorem. Systém vytápění, ohřevu TUV a ventilace je řízen jedním regulátorem.

Nasávání venkovního vzduchu lze řešit i pomocí podzemního přívodního potrubí s předehřevem (případně ochlazením) vzduchu.

Výhodou této kombinace je nižší pořizovací cena, levná a rychlá instalace, zajištění zdravotního klimatu v budově a kompaktní řešení včetně elektrokotle a bojleru.

Nevýhodou je nutná instalace vzduchotechnického potrubí.



Obrázek 7.6 - Tepelné čerpadlo větrací vzduch + země/ voda [15]

7.3.6 Venkovní vzduch

V posledních letech se užívá nejčastěji, protože v mírném klimatickém pásmu tepelná čerpadla dosahují dobrých parametrů. V tomto případě tepelná čerpadla nepotřebují vrty ani zemní kolektory, pořizovací náklady jsou nižší a instalace jednodušší. TČ se skládají obvykle z venkovní a vnitřní části.



Obrázek 7.7 - Tepelné čerpadlo vzduch / voda [15]

7.3.7 Vnitřní vzduch

Je-li dům vybaven nuceným (strojním) větráním, je možné teplý odváděný vzduch využít tepelným čerpadlem. Třetinu až polovinu celkové spotřeby tepla na vytápění tvoří potřeba tepla na ohřev větracího vzduchu. Teplota vnitřního vzduchu se pohybuje v rozmezí 18 - 24°C. TČ může pracovat efektivně i za podmínek, kdy běžně užívané systémy zpětného získání tepla není možné použít.

Nejvýhodnější je teplovzdušné vytápění. Nevýhodou je, že větrací vzduch je k dispozici jen v omezeném množství, takže je potřeba další zdroj nízkopotenciálního tepla např. půdní kolektor. Nebo je možné objekt trvale dotápět dalším zdrojem.



Obrázek 7.8 - Tepelné čerpadlo vzduch / voda [15]

7.4 Volba chladiva

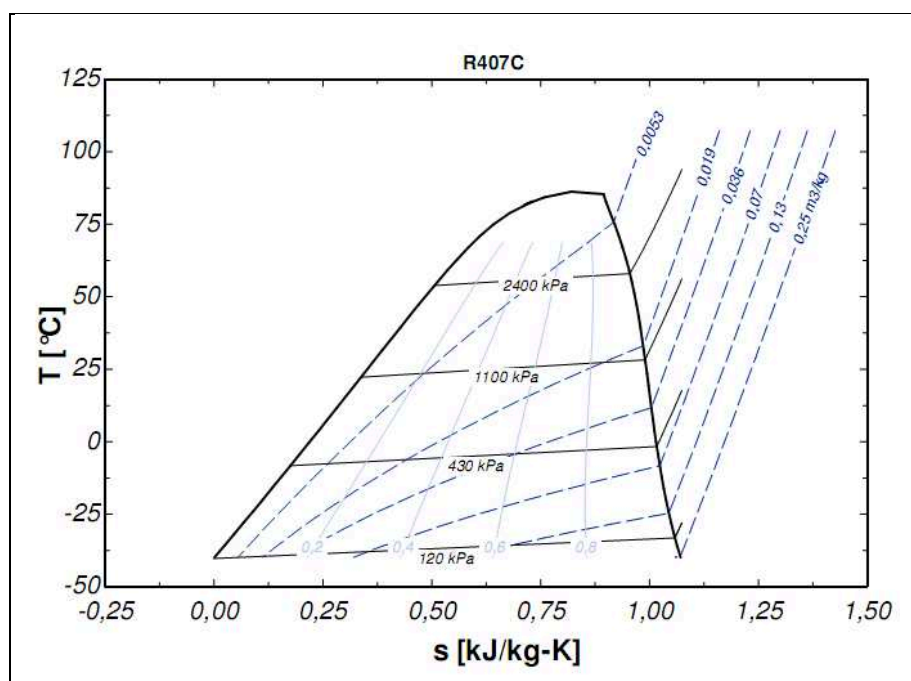
Chladivo je taková látka, která přijímá teplo při nízkém tlaku a teplotě a odevzdává je při teplotě a tlaku vyšším. Tento děj je spojen se změnou fáze chladiva.

Pro návrh tepelného čerpadla volím chladivo R407C.

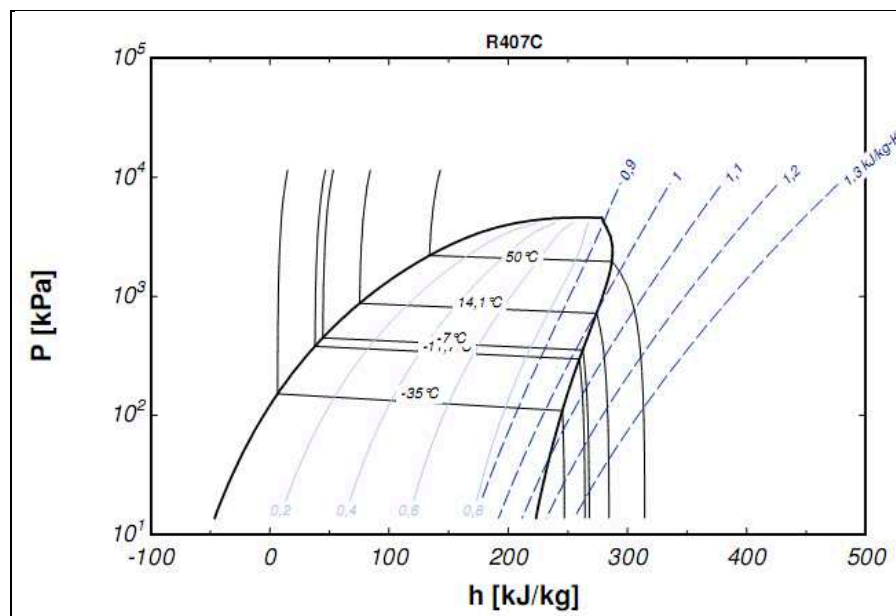
Fyzikální vlastnosti:

Chemický vzorec	CH_2F_2
Bod varu při atmosférickém tlaku	$-43,56\text{ }^\circ\text{C}$
Kritická teplota	$86,74\text{ }^\circ\text{C}$
Kritický tlak	4619,1 kPa

Dnes poměrně často používané v TČ země – voda a voda – voda. Plní se jen v kapalně formě. Termodynamické vlastnosti jsou podobné jako u chladiva R22, jen má o něco vyšší tlaky.



Obrázek 7.9 – T-s diagram chladiva R407C, z programu EES



Obrázek 7.10. – diagram P – h chladiva R407C, z programu EES

7.5 Výpočet tepelného čerpadla

Zadané hodnoty:

Topný výkon	$Q_k = 6,8 \text{ kW}$
Teplotní spád topné vody	$45/30 \text{ °C}$
Teplota na začátku kondenzace	$t_k = 50 \text{ °C}$
Teplota na konci kondenzace	$t_o = -7 \text{ °C}$

Výpočet hodnot proveden v programu EES, příloha č. č.2

Kondenzační tlak při teplotě t_k	$p_k = 2199 \text{ kPa}$
Vypařovací tlak při teplotě t_o	$p_o = 355,2 \text{ kPa}$

Enthalpie chladiva:	$i_1 = 262,4 \text{ kJ.kg}^{-1}$
	$i_2 = 308,3 \text{ kJ.kg}^{-1}$
	$i_3 = 139,2 \text{ kJ.kg}^{-1}$
	$i_4 = i_3$

Hustota chladiva:

- v sacím potrubí	$\rho_1 = 14,96 \text{ kg.m}^{-3}$
- ve výtlačném potrubí	$\rho_2 = 85,19 \text{ kg.m}^{-3}$

- v kapalinovém potrubí

$$\rho_3 = 1023 \text{ kg.m}^{-3}$$

Postup výpočtu:

Kompresní poměr

$$\sigma = \frac{p_k}{p_o} = \frac{2199}{355,2} = 6,192 \quad (7.2)$$

Hmotová chladivost

$$q_m = i_1 - i_4 = 262,4 - 139,2 = 123,2 \text{ kJ.kg}^{-1} \quad (7.3)$$

Izoentropická práce

$$a_{k,ie} = i_2 - i_1 = 308,3 - 262,4 = 45,82 \text{ kJ.kg}^{-1} \quad (7.4)$$

Hmotová topivost

$$q_k = i_2 - i_4 = 308,3 - 139,2 = 169,1 \text{ kJ.kg}^{-1} \quad (7.5)$$

Hmotnostní průtok chladiva

$$\dot{m} = \frac{Q_k}{q_k} = \frac{6,8}{169,1} = 0,04023 \text{ kg.s}^{-1} = 144,8 \text{ kg.h}^{-1} \quad (7.6)$$

Chladicí výkon

$$Q_o = \dot{m}.q_m = 0,04023.123,2 = 4,96 \text{ kW} \quad (7.7)$$

Ideální topný faktor

$$\varepsilon = \frac{q_k}{a_{k,ie}} = \frac{169,1}{45,82} = 3,69 \quad (7.8)$$

Skutečný topný faktor

$$\varepsilon_t = k.\varepsilon = 0,75.3,69 = 2,76 \quad (7.9)$$

kde:

k- koeficient zohledňující účinnost výparníku, kompresoru atd.

Chladicí faktor

$$\varepsilon_{ch} = \varepsilon_t - 1 = 2,76 - 1 = 1,76 \quad (7.10)$$

Izoentropický příkon ideálního kompresoru

$$P_{ie} = \dot{m} \cdot a_{k,ie} = 0,04023 \cdot 45,82 = 1,84 \text{ kW} \quad (7.11)$$

Příkon na spojce kompresoru

$$P_e = \frac{P_{ie}}{\eta_{c,ie}} = \frac{1,84}{0,7} = 2,63 \text{ kW} \quad (7.12)$$

- volím $\eta_{c,ie} = 0,7$

Výkon elektromotoru

$$P_{el} = \frac{P_e}{\eta_{el}} = \frac{2,63}{0,9} = 2,92 \text{ kW} \quad (7.13)$$

- volím $\eta_{el} = 0,9$

Měrný objem chladiva

$$v = \frac{1}{\rho} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}] \quad (7.14)$$

$$v_1 = \frac{1}{\rho_1} = \frac{1}{14,96} = 0,06686 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$v_2 = \frac{1}{\rho_2} = \frac{1}{85,18} = 0,01174 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$v_3 = \frac{1}{\rho_3} = \frac{1}{1023} = 0,0009776 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva

$$\dot{V} = v \cdot \dot{m} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (7.15)$$

$$\dot{V}_1 = v_1 \cdot \dot{m} = 0,06686 \cdot 144,8 = 9,682 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\dot{V}_2 = v_2 \cdot \dot{m} = 0,01174 \cdot 144,8 = 1,7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\dot{V}_3 = v_3 \cdot \dot{m} = 0,0009776 \cdot 144,8 = 0,1416 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Průřez potrubí

$$S = \frac{\dot{V}}{w \cdot 3600} \quad [\text{m}^2] \quad (7.16)$$

Doporučené rychlosti proudění chladiva v potrubí:

Chladivo R 407C

- v sacím potrubí $7 - 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- ve výtlačném potrubí $10 - 15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- v kapalinovém potrubí $0,4 - 0,8 \text{ m.s}^{-1}$

Rychlosti proudění volím:

- v sacím potrubí $w_1 = 10 \text{ m.s}^{-1}$
- ve výtlačném potrubí $w_2 = 12 \text{ m.s}^{-1}$
- v kapalinovém potrubí $w_3 = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$

$$S_1 = \frac{\dot{V}_1}{w_1 \cdot 3600} = \frac{9,682}{10 \cdot 3600} = 2,689 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$S_2 = \frac{\dot{V}_2}{w_2 \cdot 3600} = \frac{1,7}{12 \cdot 3600} = 3,936 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$S_3 = \frac{\dot{V}_3}{w_3 \cdot 3600} = \frac{0,1416}{0,6 \cdot 3600} = 6,554 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

Průměr potrubí

- vypočítáme ze vztahu

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} \quad [\text{m}] \quad (7.17)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,689 \cdot 10^{-4}}{\pi}} = 0,01851 \text{ m} = 18,51 \text{ mm}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,936 \cdot 10^{-5}}{\pi}} = 0,007079 \text{ m} = 7,079 \text{ mm}$$

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_3}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,554 \cdot 10^{-5}}{\pi}} = 0,009135 \text{ m} = 9,135 \text{ mm}$$

7.6 Volba provozního režimu tepelného čerpadla

7.6.1 Bivalentní provoz

Během roku se mění potřeba výkonu pro vytápění. Dimenzovat TČ na maximální výkon je obvykle neekonomické (větší TČ výrazně zvyšuje pořizovací náklady), proto se systém doplňuje dalším špičkovým zdrojem tepla, ten slouží i jako záloha pro případ výpadku tepelného čerpadla.

Většina systémů v praxi pracuje v „bivalentním provozu“ kdy po určitou dobu (např. v mrazových dnech) běží kromě tepelného čerpadla druhý zdroj tepla.

Navržené tepelné čerpadlo bude mít jako bivalentní zdroj topnou přírubu s keramickými topnými tělesy, která bude umístěna v akumulční nádrži.

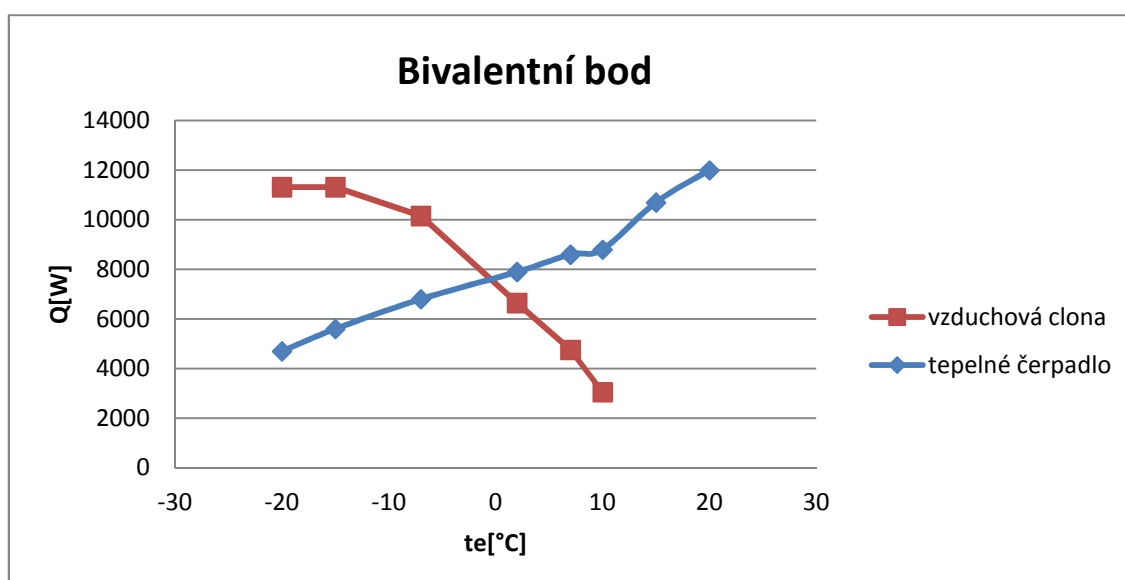
7.6.2 Stanovení bivalentního bodu

Bivalentní bod je teplota, při které bude spuštěn bivalentní zdroj. Tato teplota závisí především na výkonu tepelného čerpadla a potřebném výkonu vzduchové clony v závislosti na venkovní teplotě.

Pro přesné určení bivalentního bodu bylo navržené tepelné čerpadlo porovnáno s tepelným čerpadlem firmy Stiebel Eltron WPL 13 cool, které má při stejném teplotním spádu -7/50 stejný topný výkon $Q=6,8\text{kW}$. Předpokládáme, že tepelná čerpadla budou mít podobné parametry výkonu a příkonu v závislosti na venkovní teplotě vzduchu.

Teplota venkovního vzduchu °C	výkon	příkon	Topný faktor
	kW	kW	-
-20	4,7	2,7	1,8
-15	5,6	2,8	2,0
-7	6,8	2,9	2,4
2	7,9	2,9	2,7
7	8,6	3	2,9
10	8,8	2,8	3,1
15	10,7	3	3,5
20	12,0	3,1	3,8

Tabulka 7.1- výkon, příkon a výkonové číslo TČ WPL 13 cool [7]



Graf 7.1 – bivalentní bod

Z grafu vyplývá, že tepelné čerpadlo je schopno samostatně pracovat do teploty 0°C.

7.7 Návrh hlavních částí tepelného čerpadla

7.7.1 Měděné trubky

Trubky používané pro chladicí techniku se liší od ostatních především čistotou mědi a tím, že jsou zhotoveny z bezkyslíkaté mědi. Tyto trubky snesou velmi vysoké tlaky a pro chladicí techniku se dodávají ve dvou provedeních – jako tvrdé a měkké.

Tvrdé jsou dodávány v délkách 5m, na obou koncích jsou uzavřeny zátkami z důvodu zabránění oxidace vnitřního povrchu. Jsou určeny jen pro rovné úseky potrubí, ohýbat se dají jen po vyžehání.

Měkké trubky jsou dodávány v délkách 50m nebo 25m a jsou svinuté v kolech. Na konci jsou uzavřeny víčky nebo zamáčknutím. Je snadné je ohýbat, na koncích se dají udělat kalíšky.

Volím vnější průměry trubek:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| - v sacím potrubí | $d_1 = 22 \text{ mm}$ |
| - ve výtlačném potrubí | $d_2 = 12 \text{ mm}$ |
| - v kapalinovém potrubí | $d_3 = 12 \text{ mm}$ |

7.7.2 Kompresor

Kompresor v tepelném čerpadle stlačuje páry chladiva, které se odpařují ve výparníku. Stlačené páry se zahřejí a jsou následně vedeny do kondenzátoru, kde zkapalní a kondenzační teplo předají topné vodě.

Volím kompresor Copeland – Scroll typ ZH – pro tepelná čerpadla. Mají speciální konstrukci spirály, kdy je na minimum omezen škodlivý prostor a v kompresoru je konstrukčně zcela odděleno sání a výtlač plynů. Tyto kompresory mají nízkou úroveň hluku a vyšší objemovou účinnost.

Kompresor v provedení ZH 26 K4E – PFJ-524.

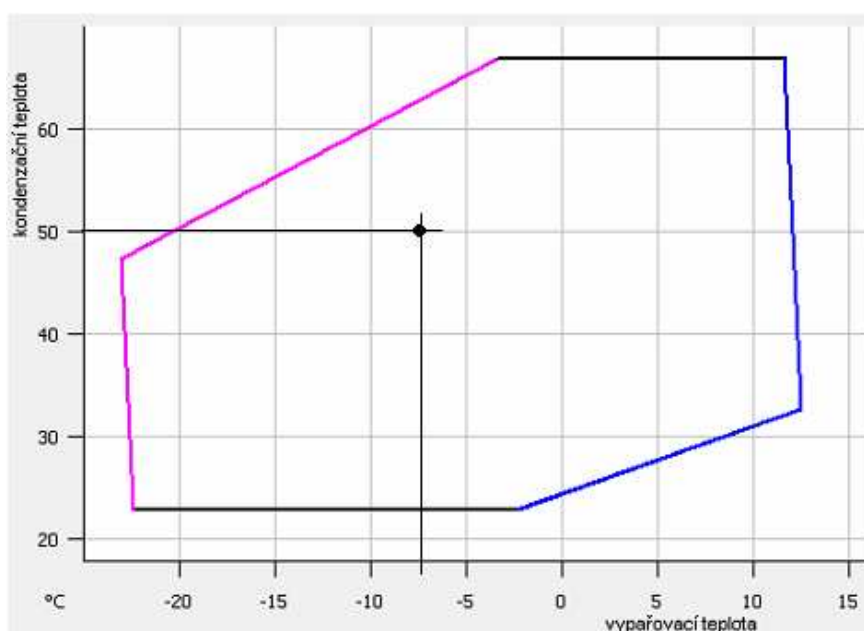
Cena: 20 540 Kč

Technické údaje:

Výkon motoru	2,5 kW
Topný výkon	8,2 kW
Výkonnost	10 m ³ .h ⁻¹
Chladivo	R407C
Čistá hmotnost	28kg



Obrázek 7.9 – kompresor [16]



Obrázek 7.10 - Provozní rozsah kompresoru ZH 26 K4E – PJF [16]

7.7.3 Presostaty

Jsou nastavitelné tlakové spínače. Podle použití je dělíme na sací a výtlačné, liší se jen rozsahem nastavení vypínacích tlaků. Mívají nastavitelnou hysterezi, což je rozdíl mezi tlakem vypnutí a zapnutí.

Presostat pro vysoký tlak se aktivuje, přeruší-li se odvádění tepla z kondenzátoru TČ vinou poruchy oběhového čerpadla nebo jiné příčiny, která má za následek omezení průtoku topné vody.

Presostat pro nízký tlak plní pojistnou funkci na primární straně TČ. Pokles sacího tlaku je zaviněn poklesem teploty vstupního média a to je poruchový stav.

Pokles teploty je provázen poklesem sacího tlaku a nízkotlaký presostat vypne kompresor.



Obrázek 7.11 – presostat [12]

Presostat nízkotlaký KP2 – 060-112066 výrobce DANFOSS

Pracovní rozsah	-0,2 až 5 bar
Diference	0,4 až 1,5 bar
Odblokování	automatické
<u>Cena: 1 048 Kč</u>	

Presostat vysokotlaký KP 5 – 060 -117166 výrobce DANFOSS

Pracovní rozsah	8,0 až 32,0 bar
Diference	1,8 až 6,0 bar
Odblokování	automatické
<u>Cena: 1 068 Kč</u>	

7.7.4 Výměníky tepla

Konstrukční prvek, který zprostředkovává výměnu tepla mezi médii, aniž by došlo k jejich fyzickému kontaktu. Výměníky v tepelných čerpadlech slouží k předávání tepla ze zdroje tepla (z vnějšího prostředí) do chladiva v chladivovém okruhu a z něj poté do vody topného systému. Podle použití rozdělujeme na výparníky a kondenzátory.

Typ vhodného výměníku se rychle určí podle speciálního programu pro výpočty výměníků, kde stačí jen zadat požadované vstupní parametry jako jsou druh médií, teploty a tlakové ztráty.

V TČ se obvykle používají deskové a trubkové výměníky pro přenos tepla mezi médii kapalina/chladivo a pro vzduch/chladivo se používají trubkové lamelové, doplněné ventilátorem.

U deskových výměníků tvoří teplosměnnou plochu tenké profilové nerezové desky skládané na sebe a v místech dotyku spájené. Profil mezi deskami tvoří kanálky a rohové vstupy a výstupy jsou uspořádány tak, aby média protékala protiproudě.

Mezi výhody deskových výměníků patří jejich velká účinnost a vysoký přenášený výkon, nevýhodou jsou vyšší tlakové ztráty a poměrně malé mezery mezi deskami, které se mohou snadno zanést nebo ucpat nečistotami. Nejsou vhodné pro použití v otevřeném primárním okruhu, kde se mohou zanést nečistotami z vody.

Kondenzátor

Návrh kondenzátoru proveden pomocí programu Alfa Select od firmy Alfa Laval, podle kterého volím kondenzátor Alfa Nova 52-20H viz příloha č.3.

Cena: 33 761 Kč

Výparník

Výparník byl navržen od firmy Roller typ WPV HL 050/1-0875-2.

Základní parametry:

Chladicí výkon	2,5 – 6,5 kW
Proudění vzduchu	1850 – 8150 m ³ .h ⁻¹
Chladivo	R407C
Hmotnost	66 kg
Připojení	
vstupní	12 mm
výstupní	18 mm



Cena: 49 791 Kč

Obrázek 7.12 – výparník [19]

7.7.5 Sběrač kapalného chladiva

Je tlaková nádoba, která slouží jako zásobník celého množství kapalného chladiva v tepelném čerpadle a jako odlučovač bublin. Zajišťujeme, aby do termostatického expanzního ventilu přicházela jen voda. Výstup čisté kapaliny tvoří trubka, která sahá až ke dnu. Je konstruován na výšku, ale může být také vodorovná válcová nádoba bez ventilů.

Navrhuji sběrač chladiva s ventilem Rotalock typ CR 104 o objemu 5,2l ,
připojení – vst od firmy VOR.

Připojení vstup	1/2"
výstup	1/2"
Max. provozní tlak	31 bar



Cena: 1 520 Kč

Obrázek 7.13 – sběrač kapalného chladiva [14]

7.7.6 Filtrdehydrátor

Filtrdehydrátor slouží k pohlcování škodlivin z okruhu chladiva, vody a drobných pevných částic. Je nutné dodržet směr průtoku kapalného chladiva, který je označen na obalu šipkou. Montuje se ve svislé poloze z důvodu rovnoměrnějšího průtoku chladiva, tak aby přítok kapaliny byl nahoře. Objeví-li se v systému vlhkost, musí se filtrdehydrátor co nejdříve vyměnit.

Vnější průměr připojovacího potrubí se volí podle průměru kapalinového potrubí.

Navrhuji filterdehydrátor typ SR-084S od firmy FavorCool, s pájeným připojením.

Charakteristika SR-084S

Trubka	12 mm
Objem	130 cm ³
Délka	154 mm
Šířka	66 mm

Cena: 228 Kč



Obrázek 7.14 – filtrdehydrátor SR-084S [13]

7.7.7 Průhledítko

Slouží ke sledování toku kapaliny v potrubí. Jeho součástí je indikátor vlhkosti.

Je-li v potrubí přítomna vlhkost, projeví se změnou barvy mezikruží průhledítka. Po vysušení chladiva se barva indikátoru vrátí na původní. Průhledítko se zařazuje za sběrač chladiva a filtrdehydrát. Průhledítka se mohou montovat vodorovně i svisle.

Průměr přívodního potrubí se volí podle kapalinového potrubí.

Volím průhledítko SGN 12s od firmy Danfoss s velikostí vstupní a výstupní přípojky 12mm.

Charakteristika

Pracovní rozsah teplot	- 50°C až + 80°C
Dovolený pracovní přetlak	35 bar
Hmotnost	0,174 kg
Typ vstupní přípojky	pájení odf spojka

Cena: 611 Kč

Barva	Stav chladiwa	Teplota kapaliny	Obsah vlhkosti v ppm
			R 22
zelená	suché	43 °C	< 15
žlutozelená	mezistav		50 - 200
žlutá	vlhké		> 150

Tabulka 7.2 – indikace vlhkosti v okruhu v ppm [12]



Obrázek 7.15 – průhledítko SGN 12s [12]

8. Návrh systému vytápění a ohřev teplé vody

8.1 Plynový kondenzační kotel

Nástěnné kondenzační kotle Viessmann jsou vhodné do průmyslových staveb i veřejných zařízení, kdy je možné zapojení buď jako jednotlivé přístroje nebo v kaskádovém zapojení až se čtyřmi kotli. Výkon kotlů se automaticky přizpůsobuje potřebě tepla.

Pro pokrytí tepelných ztrát objektu a na ohřev teplé vody byly navrženy dva nástěnné plynové kondenzační kotle od firmy Viessmann VITODENS 200 – W o výkonu $Q = 2 \times 80 \text{ kW}$. Technické parametry viz. příloha č.4.

Cena: 149 280 Kč

K plynovému kondenzačnímu kotli dodává výrobce pro daný výkon i oběhovou kotlovou sadu VIESSMANN.

Cena: 16 800 Kč

Plynový kotel má svůj ovládací panel, kde je možné kotel zapnout a nastavit pracovní termostat. Kotel bude dálkově řízen z regulátoru nebo panelu rozvaděče. Podle výstupní venkovní a vratné vody se budou kotlové stupně zapínat a kaskádově řadit tak, aby docházelo ke stejnému opotřebení kotlů.

8.1.1 Návrh spalinové cesty

Odkouření od kotle bude vyvedeno stávajícím komínovým průduchem nad střechu objektu. Z důvodu délky odkouření je nutné oddělit spaliny od přívodu spalovacího vzduchu. Odkouření bude provedeno od firmy Brilon včetně příslušenství viz příloha č.5. Provedení odkouření musí odpovídat montážním předpisům a ČSN 73 42 01 – Komíny a kouřovody.

Pro odvod spalin budou využity 2 stávající komínové průduchy s nerezovými vložkami. Původní vzduchový průduch bude zvětšen technologií

frézování a pro zajištění dokonalé těsnosti bude vyvložkován nerezovou vložkou DN 200mm.

Přívod spalovacího vzduchu bude napojen na jednotlivé kotle přes biaxiální adaptér ze Spiro potrubí $\varnothing 250\text{mm}$, které je vyvedeno na fasádu objektu, kde bude ukončeno mřížkou. Příloha výkresová dokumentace.

8.1.2 Regulace

Regulace teploty topné vody bude řízena ekvitermní regulací. Topná voda pro TUV bude řízena na konstantní teplotu.

Ekvitermní regulace nabízí více možností, více přesností a větší hospodárnost než pevné nastavení teploty. S ekvitermní regulací je plynový kotel a další zdroje tepla ještě úspornější. Na základě vnější teploty udržuje teplotu topné vody na co nejnižší hodnotě. Čím je venku větší zima, tím vyšší je teplota topné vody a naopak. Se snižováním rozdílu vnější teploty a teploty topné vody roste účinnost.

Na otopných tělesech budou osazeny termostatické hlavice s vestavěným čidlem.

8.2 Zásobníkový ohříváč vody

Vedle kotle bude osazen nepřímotopný zásobníkový ohříváč vody firmy Dražice typ OKC 300 o objemu $V=300\text{l}$.

Technické údaje:

Hmotnost	103 kg
Průměr	701 mm
Provozní tlak TUV	1 MPa
Výhřevná plocha výměníku	$1,45\text{m}^2$
Doba ohřevu	24 min
Výkon výměníku	30 kW
Tepelné ztráty	1,86 kWh/24h

Cena: 22 774 Kč

8.3 Expanzní nádoba

Návrh expanzní nádoby proveden podle návrhové tabulky od firmy REFLEX, příloha č.6 pro objem vody v soustavě $V_A = 846\text{l}$.

Pro standardní zapojení:

Nastavení tlaku plynu v nádobě $t \leq 100^\circ\text{C}$

$$P_O \geq \frac{H}{10} + 0,2 \quad [\text{bar}] \quad (8.1)$$

Kde:

H – výška vodního sloupce [m]

$$H = 11,7 \text{ m}$$

Pak:

$$P_O \geq \frac{11,7}{10} + 0,2 \geq 1,37 \text{ bary} \quad \text{volím } P_O = 1,5 \text{ bary}$$

Doporučený tlak na pojistné ventilu:

$$P_{sv} \geq P_O + 1,5 \quad [\text{bar}] \quad (8.2)$$

$$P_{sv} = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ bary}$$

Výpočet plnicího tlaku:

$$P_F \geq P_O + 0,3 \quad [\text{bar}] \quad (8.3)$$

$$P_F = 1,5 + 0,3 = 1,8 \text{ bary}$$

Expanzní nádoba je navržena od firmy REFLEX N140/6 o objemu $V=140\text{l}$, dovoleným pracovním přetlakem $0,6\text{MPa}/120^\circ\text{C}$.

Membránová expanzní nádoba bude osazena v místnosti kotelny č. 006, kde je napojena na zpětné potrubí vedoucí k jednotlivým kotlům přes kulový kohout se zajištěním MK1“.

Napojení zabezpečovacího zařízení na otopný systém musí odpovídat ČSN 06 08 30 a montážním předpisům výrobce kotle a expanzní nádoby.

Technická data:

Celkový objem nádoby $V_n = 140 \text{ l}$

Maximální teplota výstupní větve 120 °C

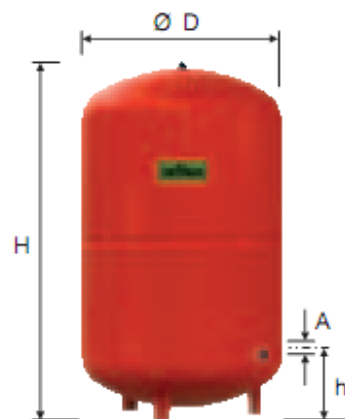
Hmotnost 28,6 kg

Ø D 512 mm

H 890 mm

h 175 mm

A R 1



Obrázek 8.1 – Expanzní nádoba [11]

Cena: 5 270 Kč

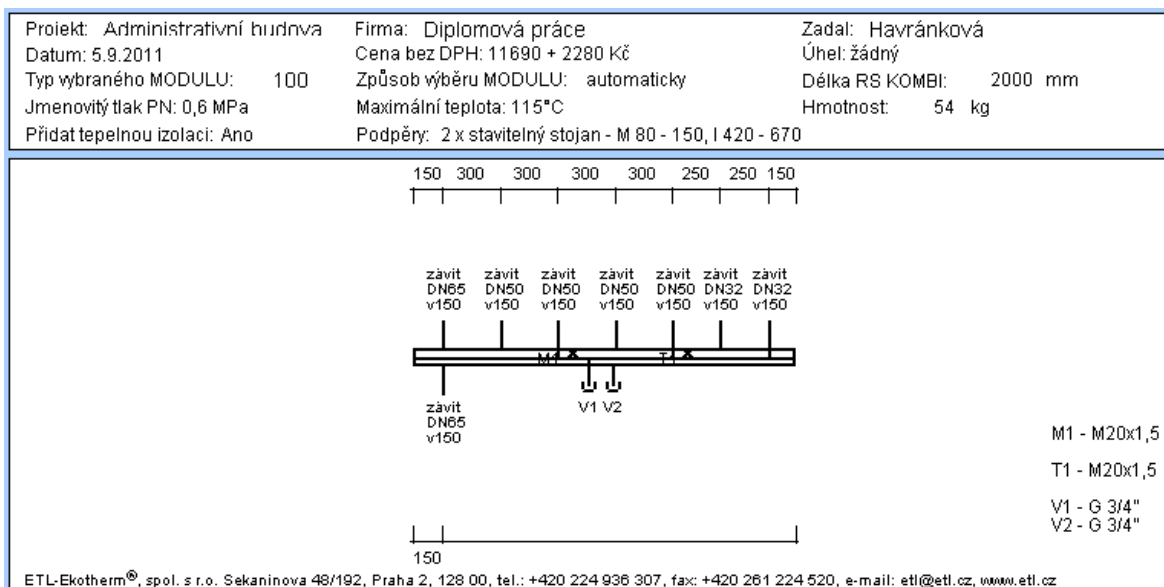
8.4 Kombinovaný rozdělovač a sběrač

Princip kombinovaného rozdělovače a sběrače spočívá v napojení přívodního a vratného potrubí souběžně do oddělených komor RS KOMBI. Do prostoru mezi přívodním a vratným potrubím je potom snadné umístit směšovací ventily, oběhová čerpadla a jiné armatury.

Mezi výhody při použití kombinovaného rozdělovače oproti klasickému provedení patří například:

- snadné vedení potrubních tras, kdy odpadá křížení potrubí
- minimální prostorová náročnost
- vstupní a výstupní hrdla lze vyrobit podle přání do stran, čela nebo dolů

Navrhuji kombinovaný rozdělovač a sběrač RS KOMBI MODUL 100 od firmy ETL – Ekotherm a.s. pomocí návrhového programu ETL Návrh a výpočet modulů rozdělovačů – verze 5/2005.



Obrázek 8.2 – návrh Modul 100

Modul	100
Q_{\max}	10 m ³ /h
při $\Delta t = 20$ do výkonu	250 kW
Průtok.průřez komor S_p	0,0028 m ²
Max. délka	2,0 m
Max.rychlost proudění v tělese	1,0 m/s
<u>Cena: 16 764 Kč</u>	

8.5 Oběhové čerpadlo

Úkolem oběhového čerpadla je dopravovat požadované množství teplotnosné látky do otopných těles tak, aby byl zajištěn jejich požadovaný výkon.

Pro okruh vytápění a ohřev teplé vody navrhuji oběhová čerpadla firmy GRUNDFOS.

Tlakové ztráty v jednotlivých větvích byly vypočítány v programu PROTECH - DIMOSW, výpis z programu v příloze č.7.

Severní větev (V1)

Teplotní spád	70/55°C
Objemový průtok V_k	3,22 m ³ /h

Tlaková ztráta Δp

14,632 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo firmy GRUNDFOS typ MAGNA 25-40, příloha č.8.

Cena: 9 882 Kč

Jižní větev (V2)

Teplotní spád

70/55°C

Objemový průtok V_k

2,99 m³/h

Tlaková ztráta Δp

12,874 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo firmy GRUNDFOS typ MAGNA 25-40, příloha č.9.

Cena: 9 882 Kč

Ohřev teplé vody (V3)

Teplotní spád

80/60°C

Objemový průtok V_k

1,28 m³/h

Tlaková ztráta Δp

10,289 kPa

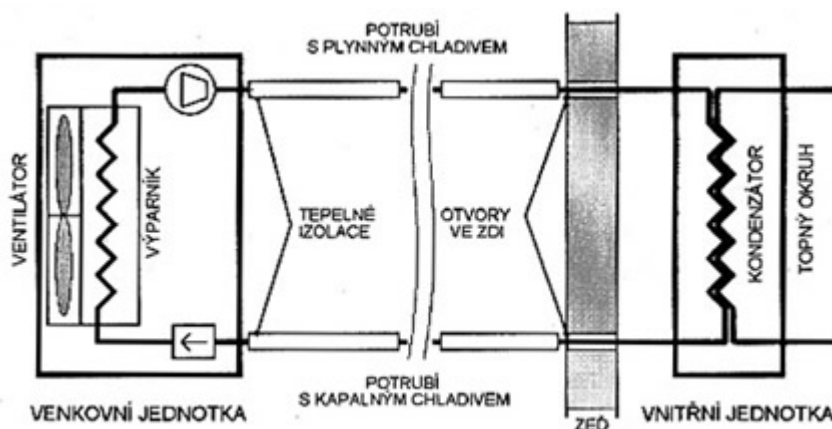
Navrhuji oběhové čerpadlo firmy GRUNDFOS typ ALPHA2 L 25-60, příloha č.10.

Cena: 6 723 Kč

9. Návrh systému vytápění pomocí tepelného čerpadla

9.1 Tepelné čerpadlo

Konstrukce tepelného čerpadla vzduch – voda může být kompaktní nebo dělená nazývaná také split.



Obrázek 9.1 – TČ v provedení split [6]

Při návrhu tepelného čerpadla uvažuji s konstrukcí split. Ve venkovní části bude umístěn výparník s ventilátorem. Vnitřní jednotka je tvořena výměníkem a kompresorem, z důvodů snížení hluku. Venkovní a vnitřní jednotka je spojena izolovanými měděnými trubkami, ve kterých proudí chladivo. Plnění systému chladivem se provádí až po instalaci a provedené tlakové zkoušce.

U tohoto řešení nejsou problémy se zamrzáním topné vody při výpadku elektrické energie.

9.2 Vzduchová clona

Nad vstupními dveřmi z venkovního prostoru do budovy v 1.NP budou pro omezení průvanu a zamezení tepelných ztrát otevřenými dveřmi umístěny dveřní vzduchové clony s vodním ohřevem vzduchu. Clony slouží současně k vytápění schodišťového prostoru.

Navrženy jsou dvě dveřní vzduchové clony C1-W-200 TR + TVW E od firmy REMAK pro teplotní spád 45/30 °C.



Obrázek 9.2 – vzduchová clona typ C [9]

Pro možnost otevření / zavření přívodu topné vody do výměníku v závislosti na prostorové teplotě v místnosti lze použít ventil s termoelektrickým pohonem TVW –E (regulace ON – OFF, doba přestavení 3minuty). Regulace clony nástěnným regulátorem s prostorovým termostatem. Regulátorem lze přepínat výkon ventilátoru ve třech stupních a zapínat a vypínat ohřev.

Technické parametry vzduchové clony viz příloha č.11.

Cena: 32 912 Kč

9.3 Akumulační zásobník

Slouží jako zásobník topné vody pro vytápěcí systémy s použitím TČ. Tyto zásobníky umožňují hospodárný provoz tepelného čerpadla nezávisle na aktuální potřebě tepla.

Navrhují akumulční zásobník firmy Dražice typ NAD 500 v1 s umístěním jedné příruby. Tato příruha bude použita pro montáž vestavné přírubové topné jednotky s keramickými tělesy.

Technické parametry NAD 500 v1:

Objem	500 l
Maximální tlak nádoby	0,3 MPa
Maximální teplota topné vody	90 °C
Hmotnost	95 kg

Cena: 19 812 Kč

Akumulační nádrž bude dodána s vysoce kvalitní izolací Symbio z ekologicky nezávadného polyesterového rouna, která zajišťuje minimální ztráty tepla a tím vyšší úspory. Izolace se montuje na nádrž v průběhu instalace.

Technické parametry izolace Symbio:

Měrná hmotnost	15kg/m ²
Šířka izolace	100 mm
Tepelné ztráty (500 l nádrž)	2,75 kWh/24hod

9.4 Topná příruba s keramickými topnými tělesy

Zařízení sloužící k elektrickému ohřevu topné vody. Topná jednotka je vybavená keramickými topnými tělesy, provozním a bezpečnostním termostatem.

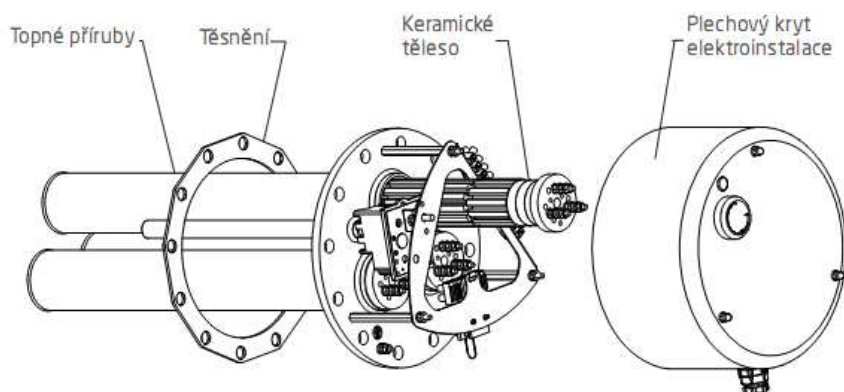
Volím typ TPK 210-12/5-9 kW firmy Dražice.

Topná příruba bude použita jako bivalentní zdroj tepla k tepelnému čerpadlu.

Technické parametry:

Výkon	5 - 7 - 9 kW
Zapojení	3 PE-N AC 400 V/50
Délka tělesa	560 mm
Elektrické krytí	IP 44
Hmotnost	18 kg

Cena: 5 019 Kč



Obrázek 9.3 – Vestavná přírubová elektrická topná jednotka [10].

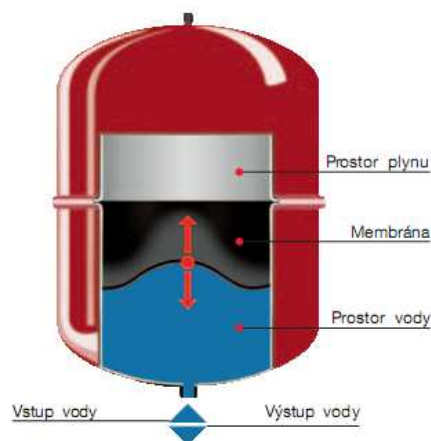
9.5 Expanzní nádoba

Tlakové expanzní nádoby jsou konstrukčně jednoduché a provozně spolehlivé. Pracují na principu udržování optimálního provozního tlaku v soustavě pomocí plynového "polštáře". Při zvětšení objemu vody v soustavě se tento přebytečný objem uskladní do expanzní nádoby. Tímto se je tlak plynu zvyšován a při ochlazování vody ji vytlačuje zpátky do soustavy.

Prostor plynu a prostor vody je od sebe oddělen membránou.

Rozdělení podle typu membrán:

- s pevnou membránou
- s vyměnitelnou membránou



Obrázek 9.4 – expanzní nádoba [11]

Navrhuji tlakovou expanzní nádobu od firmy REFLEX N 80/6 o objemu $V=80\text{l}$ a dovoleným pracovním přetlakem $0,6\text{MPa}/120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Technická data:

Celkový objem nádoby V_n	80 l
Maximální teplota výstupní větve	120 $^{\circ}\text{C}$
Hmotnost	17 kg
$\varnothing D$	512 mm
H	570 mm
h	175 mm
A	R 1

Cena: 2 528 Kč

9.6 Oběhové čerpadlo

Je-li znám celkový instalovaný tepelný výkon otopných ploch (tzn. otopných těles, podlahové otopné plochy ...) vypočítá se hmotnostní resp. objemový průtok teplotonosné látky:

$$m_k = \frac{\sum Q_{OTi}}{c \cdot (t_{w1} - t_{w2})} \quad [\text{kg/s}] \quad (9.1)$$

kde:

m – hmotnostní průtok teplotonosné látky [kg/s]

Q_{OT} – celkový instalovaný tepelný výkon [W]

c – měrná tepelná kapacita teplotonosné látky [J/kg.K]

$c = 4187 \text{ J/kg.K}$

t_{w1} – teplota na výstupu z kotle (resp. vstup do otopných ploch) [°C]

$t_{w1} = 45^\circ\text{C}$

t_{w2} – teplota na vstupu do kotle (resp. zpátečky) [°C]

$t_{w2} = 30^\circ\text{C}$

dosazení:

$$m_k = \frac{\sum Q_{OTi}}{c \cdot (t_{w1} - t_{w2})} = \frac{11320}{4187(45 - 30)} = 0,1802 \text{ kg/s}$$

$$V_k = \frac{m_k}{\rho} = \frac{0,1802}{1000} = 1,802 \cdot 10^{-4} \text{ l/s} = 0,649 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pro topný okruh tepelného čerpadla jsou ztráty v potrubí $\Delta p = 6,5 \text{ kPa}$ v příloze č.7. K této ztrátě bude připočítána tlaková ztráta výměníku vzduchové clony $\Delta p = 2,2 \text{ kW}$, která je daná výrobcem v příloze č. 11.

Okruh vzduchotechniky (V4)

Teplotní spád	45/30°C
Objemový průtok V_k	0,65 m ³ /h
Tlaková ztráta Δp	8,712 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo firmy GRUNDFOS typ UPS 15-40, příloha č.12.

Cena: 5 022 Kč

V topném okruhu jsou navržena dvě oběhová čerpadla. První z nich bude umístěno mezi tepelným čerpadlem a akumulací nádrží, druhé za akumulací nádrží pro topný okruh se vzduchovými clonami.

10. Technická infrastruktura

10.1 Plynovod

Do objektu administrativní budovy je přivedena ke štítu, kde je osazena ve fasádě skříňka s HUP, regulací a měřením středotlaká přípojka. Přípojka je napojena na stávající středotlaký plynovod, který je ve správě RWE – Jihomoravská plynárenská, a.s. .

Odběr zemního plynu nad 30 000 do 35 000kWh/rok spadá do kategorie maloodběratel.

Cena zemního plynu [20].

Cena paliva: 1,14256 Kč/kWh

Měsíční paušál: 317,94 Kč/měsíc

10.2 Rozvod elektrické energie

Napojení bude provedeno novou kabelovou přípojkou ze stávající trafostanice, která stojí v areálu Mendlovy univerzity v Lednici. Trafostanice je v majetku E. ON Distribuce a.s.

Ceny energie pro zákazníky kategorie C – firmy a organizace jsou získány z literatury [21].

Sazba C 02d - jednotarifová sazba

- je vhodná pro odběrná místa bez významného zastoupení elektrických akumulčních či přímotopných spotřebičů se střední spotřebou.

Cena elektřiny : 2 341,93 Kč/MWh

Měsíční platba za jistič do 3x32A: 134 Kč/měsíc

Objekty vytápěné tepelným čerpadlem spadají do dvoutarifové sazby C 55d nebo C 56d. Podmínkou přiznání této sazby je, aby odběratel věrohodným

způsobem prokázal, že výkon TČ odpovídá tepelným ztrátám vytápěného objektu.
U sazby C 56d musí TČ pokrýt minimálně 60% tepelných ztrát vytápěného objektu.

V případě navrženého tepelného čerpadla pro administrativní budovu v Lednici, odběratel nesplňuje ani jednu z výše uvedených podmínek.

11. Ekonomické zhodnocení

Abychom dokázali určit, zda je sestava na vytápění a ohřev teplé vody pomocí plynových kondenzačních kotlů a tepelného čerpadla výhodná z ekonomického hlediska, porovnáme investiční a provozní náklady této sestavy s náklady při využití pouze plynových kondenzačních kotlů.

11. 1 Provozní náklady na vytápění a ohřev TUV

11.1.1 Využití plynového kondenzačního kotle + TČ

Náklady na ohřev teplé vody pomocí plynového kondenzačního kotle:

Roční spotřeba tepla na ohřev teplé vody byla vypočítána v kapitole 4.3, která činí $Q_{TUV,r} = 37,6$ MWh/rok.

Spotřeba paliva $V_p = 4\,186$ m³ – pro kotel s účinností 95% podle [24]

Spotřeba paliva za rok:

$$Q = V_p \cdot k \cdot H_s \quad [\text{kWh}] \quad (11.1)$$

kde:

V_p - spotřeba paliva [m³]

k - přepočtový objemový koeficient, za normálních podmínek je $k = 1$ [1]

H_s - spalné teplo tranzitního plynu [kWh/m³]

$H_s = 10,5$ kWh/m³

Dosazení:

$$Q_{TUV,1} = 4186 \cdot 1 \cdot 10,5 = 43953 \text{ kWh}$$

Náklady na ohřev teplé vody:

$$N_{TUV,1} = 43953 \cdot 1,14256 = 50\,219 \text{ Kč/rok}$$

Náklady na vytápění:

Roční spotřeba tepla na vytápění bude rozdělena do dvou částí. V první části se řeší vytápění objektu bez chodby č.106 a schodiště č.113 plynovými

kondenzačními kotli. Ve druhé části budou vypočítány náklady na vytápění tepelným čerpadlem právě zmíněné chodby a schodiště.

První část:

Od celkové tepelné ztráty objektu $Q_c = 110\,000\text{W}$ byly odečteny ztráty místnosti č. 106 a 113, které najdeme v příloze č.1. Z výsledné tepelné ztráty byla vypočítána roční potřeba tepla na vytápění $Q_{VYT,r} = 237,6\text{ MWh/rok}$.

$V_p = 26\,432\text{m}^3$ – pro kotel s účinností 95% podle [24]

Spotřeba paliva za rok:

dosazení do rovnice 1.11

$$Q_{VYT,1} = 26\,432 \cdot 10,5 = 277\,536\text{ kWh}$$

Náklady na vytápění – první část

$$N_{VYT,1} = 277536 \cdot 1,14256 = 317\,101\text{ Kč/rok}$$

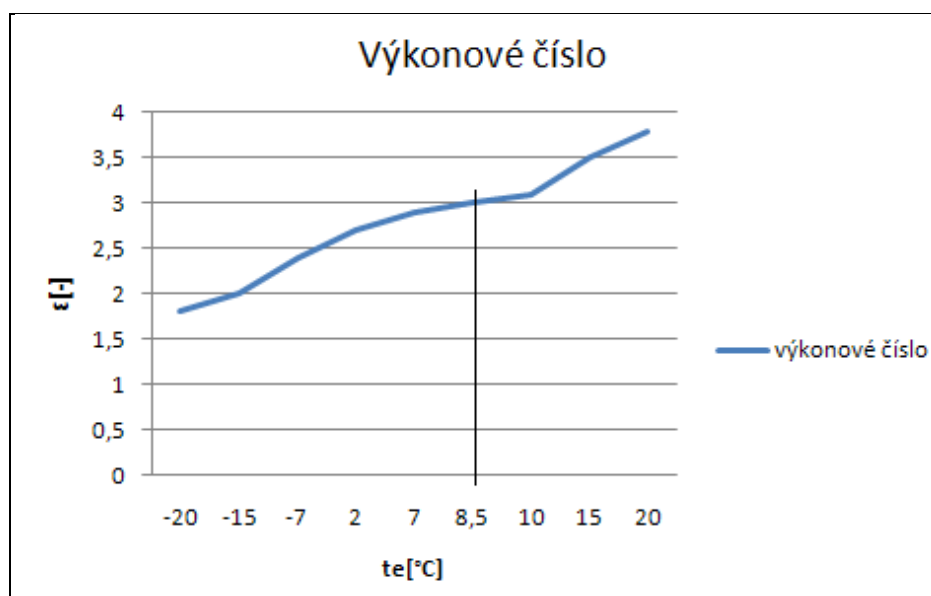
Stálá platba: Měsíční paušál zemního plynu

$$N_z = 12 \cdot 317,94 = 3816\text{ Kč}$$

Druhá část:

Tepelné čerpadlo je schopné samostatně pracovat do teploty 0°C (bivalentní bod). Klesne – li venkovní teplota pod tuto hodnotu, bude topná voda dohřívána topnou přírubou s keramickými topnými tělesy.

Průměrná roční hodnota topného faktoru se určí pomocí diagramu závislosti výkonového čísla na venkovní teplotě, kde bude uvažována průměrná teplota $8,5^\circ\text{C}$ pro tuto teplotu má topný faktor hodnotu $\varepsilon_t = 3,0$.



Graf 11.1.– graf závislosti výkonového čísla na venkovní teplotě

Množství tepla dodané tepelným čerpadlem na vytápění chodby a schodiště $Q_{vyt,r,tč} = 7,345$ MWh/rok, a teplo dodané topnou přírubou s keramickými topnými tělesy je $Q_{vyt,r,tp} = 3,955$ MWh/rok.

U bivalentního zdroje vytápění uvažuji 100% účinnost.

Spotřeba energie tepelným čerpadlem:

$$E_{Tč} = \frac{Q_{vyt,tč,r}}{\varepsilon_T} \quad [\text{kWh}] \quad (11.1)$$

potom:

$$E_{Tč} = \frac{7345}{3,0} = 2448,3 \text{ kWh}$$

Spotřeba energie bivalentním zdrojem:

$$E_{bival} = 3995 \text{ kWh}$$

Celková roční potřeba elektrické energie na vytápění:

$$E_{celk,Tč} = 2448,3 + 3995 = 6443,3 \text{ kWh/rok}$$

Náklady na vytápění:

$$N_{VYT,1,Tč} = 6,4433 \cdot 2341,93 = 15090 \text{ Kč}$$

Stálá platba: Jistič do 3x32A

$$N_J = 12.134 = 1608 \text{ Kč}$$

Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV:

$$N_1 = 50219 + 317101 + 15090 + 3816 + 1608 = 387\,834 \text{ Kč}$$

11.1.2 Využití plynového kondenzačního kotle

Náklady na ohřev teplé vody:

Roční spotřeba tepla pro ohřev teplé vody se nemění, z toho důvodu jsou i náklady stejné jako v kapitole 11.1.2.

$$N_{TUV,2} = N_{TUV,1} = 50219 \text{ Kč/rok}$$

Náklady na vytápění:

Roční spotřeba tepla na vytápění byla vypočítána v kapitole 4.2, která činí $Q_{VYT,r} = 248,8 \text{ MWh/rok}$.

Spotřeba paliva $V_p = 27\,690 \text{ m}^3/\text{rok}$ – pro kotel s účinností 95% podle [24]

Spotřeba paliva za rok:

Dosazení do rovnice 1.11

$$Q_{VYT,2} = 27690 \cdot 1,10,5 = 290745 \text{ kWh}$$

$$N_{VYT,2} = 290745 \cdot 1,14256 = 332\,194 \text{ Kč/rok}$$

Stálá platba: Měsíční paušál zemního plynu

$$N_Z = 12.317,94 = 3816 \text{ Kč}$$

Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV:

$$N_2 = 50219 + 332194 + 3816 = 386\,229 \text{ Kč/rok}$$

11. 2 Investiční náklady

Využití plynového kondenzačního kotle + tepelné čerpadlo

Stanovení nákladů na nákup konstrukčních dílů, potřebných k sestavení tepelného čerpadla.

Tepelné čerpadlo

Položka	Počet	Cena za jednotku	Celkem
Kompresor Copeland	1	20 540,-	20 540,-
Presostat – nízkotlaký DANFOSS	1	1 048,-	1 048,-
Presostat – vysokotlaký DANFOSS	1	1 068,-	1 068,-
Kondenzátor Alfa Laval	1	33 761,-	33 761,-
Výparník Roller	1	49 791,-	49 791,-
Sběrač kapalného chladiva VOR	1	1 520,-	1 520,-
Filtrdehydrátor FavorCool	1	228,-	228,-
Průhledítko DANFOSS	1	611,-	611,-
Měděné trubky + izolace		cca 10 000,-	10 000,-
Celkem			118 567,-

Okruh vytápění - tepelným čerpadlem

Položka	Počet	Cena za jednotku	Celkem
Tepelné čerpadlo	1	118 567,-	118 567,-
Vzduchová clona Remak	2	32 912,-	65 824,-
Akumulační zásobník Dražice	1	19 812,-	19 812,-
Topná příruba s keram.top. tělesy Dražice	1	5 019,-	5 019,-
Expanzní nádoba Reflex	1	2 528,-	2 528,-
Oběhové čerpadlo GRUNDFOS	2	5 022,-	10 044,-
Celkem			221 794,-

Okruh vytápění a přípravy TUV - plynovými kotli

Položka	Počet	Cena za jednotku	Celkem
Plynový kondenzační kotel VIESSMANN	2	149 280,-	298 560,-
Oběhová kotlová sada VIESSMANN	2	16 800,-	33 600,-
Expanzní tlaková nádoba Reflex	1	5 270,-	5 270,-
Zásobníkový ohřívač vody Dražice	1	22 774,-	22 774,-
Kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL	1	16 764,-	16 764,-
Oběhové čerpadlo GRUNDFOS	3	24 449,-	73 347,-
Celkem			450 315,-

Využití plynového kondenzačního kotle

Okruh vytápění a přípravy TUV

Položka	Počet	Cena za jednotku	Celkem
Plynový kondenzační kotel VIESSMANN	2	149 280,-	298 560,-
Oběhová kotlová sada VIESSMANN	2	16 800,-	33 600,-
Vzduchová clona Remak	2	32 912,-	65 824,-
Expanzní tlaková nádoba Reflex	1	5 270,-	5 270,-
Zásobníkový ohřívač vody Dražice	1	22 774,-	22 774,-
Kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL	1	17 242,-	17 242,-
Oběhové čerpadlo GRUNDFOS	3	24 449,-	73 347,-
Oběhové čerpadlo GRUNDFOS	1	6 619,-	6 619,-
Celkem			523 236,-

11. 3 Návratnost

Návratnost investic se vypočítá jako poměr celkových investičních nákladů k uspořené částce.

Roční uspořená částka je dána rozdílem mezi náklady vytápění plynovými kondenzačními kotli a náklady při vytápění objektu plynovými kondenzačními kotli a tepelného čerpadla.

Vychází ze vztahu:

$$n = \frac{N_c}{N_2 - N_1} \quad [\text{rok}] \quad (11.2)$$

kde:

n – doba návratnosti [rok]

N_c – celkové investiční náklady [Kč]

$N_2 = 386\,229$ Kč

$N_1 = 387\,834$ Kč

Roční provozní náklady v obou případech vyšly skoro srovnatelné. V tomto případě nebude stanovena žádná doba návratnosti.

12. Environmentální zhodnocení

Pro posouzení vhodnosti využití tepelného čerpadla nám slouží i ukazatel ekologického hlediska. Ekologickou zátěž nevytváří celé produkované teplo, ale pouze jen hnací energie z velké části vyráběná z neobnovitelných zdrojů.

V následujících tabulkách je uvedeno porovnání produkce emisí znečišťujících látek při vytápění plynovým kotlem spolu s tepelným čerpadlem a vytápění objektu pouze plynovým kotlem.

Emisní faktory pro systémovou elektřinu [22]

TZL [kg/GJ]	SO ₂ [kg/GJ]	NO _x [kg/GJ]	CO [kg/GJ]	C _x H _y [kg/GJ]	CO ₂ [kg/GJ]
0,02591	0,489376	0,415698	0,0393	0,03086	325

Tabulka 12.1 – Hodnoty emisí

Emisní faktory - pro spalování zemního plynu [22]

TZL [kg/m ³]	SO ₂ [kg/m ³]	NO _x [kg/m ³]	CO [kg/m ³]	C _x H _y [kg/m ³]	CO ₂ [t/MWh]
0,00002	0,0000096	0,0016	0,00032	0,000064	0,2

Tabulka 12.1 – Hodnoty emisí

Vytápění plynovým kotlem spolu s tepelným čerpadlem

Celková potřeba elektrické energie:

$$E_{celk,TČ} = 6443,3 \text{ kWh} = 23,2 \text{ GJ}$$

Celková roční potřeba tepla:

$$Q_{r1} = 275,2 \text{ MWh/rok}$$

$$V_p = 30\,627 \text{ m}^3$$

	TZL [kg/rok]	SO ₂ [kg/rok]	NO _x [kg/rok]	CO [kg/rok]	C _x H _y [kg/rok]	CO ₂ [t/rok]
Tepelné čerpadlo	6,01112	11,35352	9,64419	0,91176	0,71595	7540
Plynový kotel	0,61254	0,29402	49,0032	9,80064	1,96013	55,04
Celkem	6,62366	11,64754	58,64739	10,7124	2,67608	7595,04

Tabulka 12.3 – celkové hodnoty emisí

Vytápění plynovým kotlem

Celková roční potřeba tepla:

$$Q_r = 286,4 \text{ MWh/rok}$$

$$V_p = 31\,873 \text{ m}^3$$

	TZL [kg/rok]	SO ₂ [kg/rok]	NO _x [kg/rok]	CO [kg/rok]	C _x H _y [kg/rok]	CO ₂ [t/rok]
Plynový kotel	0,63746	0,30598	50,9968	10,19936	2,03987	57,28

Tabulka 12.4 – celkové hodnoty emisí

13. Závěr

Cílem diplomové práce bylo vypracovat projekt vytápění a přípravy teplé vody pro Centrum zahradnického výzkumu v Lednici s využitím tepelného čerpadla. Již ze zadání vyplívá, že se bude jednat o tepelné čerpadlo typ vzduch/voda.

K výpočtu tepelných ztrát objektu bylo použito výpočtového programu PROTECH – Tepelné ztráty. Administrativní budova je nezateplená pouze byly vyměněny stávající okna za nová plastová. Tepelná ztráta celého objektu činí 109 845 W. Jako zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody jsou navrženy dva nástěnné plynové kondenzační kotle. Nad vstupními dveřmi budou umístěny vzduchové clony, pro tyto clony bude jako zdroj tepla navrženo tepelné čerpadlo.

K posouzení vhodnosti instalace tepelného čerpadla jsem využila ekonomické a environmentální hledisko. Na základě provozních a investičních nákladů jsem zjistila, že navržené tepelné čerpadlo bude mít stejné provozní náklady, jako kdybychom vytápěly celý objekt pouze plynovými kondenzačními kotli. Z environmentálního hlediska vyplívá, že tepelné čerpadlo oproti plynovému kotli vyprodukuje více emisí škodlivin.

Z ekonomického i environmentálního hlediska je tepelné čerpadlo pro administrativní budovu nevýhodné.

14. Seznam použitých parametrů

- [1] SRDEČNÝ K., TRUXA J. *Tepelná čerpadla*. Vyd. 1. Brno : Vydavatelství ERA group s. r. o, 2005. 84 s.
- [2] ČSN 06 0210 – Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění
- [3] ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
- [4] STÁRKOVÁ M.,MRÁZEK K. *Klimatologické údaje*. Vyd. 1. Praha : Vydavatelství Stavebně technický ústav – Energetika budov a. s, 2006. 277s.
- [5] VAVŘIČKA R., *Kondenzační kotle. Informační příručka pro projektanty*. Vyškov: Vydavatelství QUANTUM a.s., 2010. 27 s.
- [6] ŽERAVÍK A. *Stavíme tepelné čerpadlo*. Vyd.: Vydavatelství Ing. Antonín Žeravík, 2003. 312 s.
- [7] www.stiebel-eltron.cz
- [8] www.klimatizaceprovas.cz
- [9] www.remak.eu/cz/
- [10] www.dzd.cz
- [11] www.reflexcz.cz
- [12] www.schiessl.cz
- [13] www.havog.cz
- [14] www.vorcz.cz
- [15] www.eko-vytapeni.cz
- [16] www.alfaco.cz

- [17] www.grundfos.cz
- [18] Stavoprojekt a.s.
- [19] www.walterroller.de
- [20] www.rwe.cz
- [21] www.eon-distribuce.cz
- [22] www.sfzp.cz
- [23] www.danfoss.com
- [24] www.tzb-info.cz

15. Seznam příloh

- Příloha 1 – Tepelné ztráty – výpis z programu PROTECH – Tepelné ztráty
- Příloha 2 – Výpočet tepelného čerpadla, výpis z programu EES
- Příloha 3 – Kondenzátor, výpis z návrhového programu Alfa Select
- Příloha 4 – Plynový kondenzační kotel
- Příloha 5 – Odvod spalin
- Příloha 6 – Návrhová tabulka expanzní nádoby
- Příloha 7 – Tlakové ztráty v potrubí, výpis z programu PROTECH - DIMOSW
- Příloha 8 – Oběhové čerpadlo MAGNA 25 – 40, Severní větev
- Příloha 9 – Oběhové čerpadlo MAGNA 25 – 40, Jižní větev
- Příloha 10 – Oběhové čerpadlo ALPHA2 L 25 – 60, ohřev teplé vody
- Příloha 11 – Vzduchová clona
- Příloha 12 – Oběhové čerpadlo UPS 15 - 40, okruh vzduchotechniky
- Příloha 13 – Výkresová dokumentace
 - Č.2 – Půdorys suterénu
 - Č.3 – Půdorys 1.NP
 - Č.4 – Půdorys 2.NP
 - Č.5 – Půdorys 3.NP
 - Č.6 – Montážní schéma kotelny plynový kotel
 - Č.7 – Montážní schéma kotelny TČ
 - Č.8 – Montážní schéma otopných těles
 - Č.9 – Sestava tepelného čerpadla

Příloha č.1 - Tepelné ztráty – výpis z programu PROTECH – Tepelné ztráty

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

Místnosti a konstrukce - varianta 1

Firma:

Stavba: Centrum zahradnického výzkumu

Místo: Lednice

Investor: MZLU Brno

Zakázka: lednice

Archiv: Lednice

Projektant: Havráňková

Datum: 4.8.2010

E-mail:

Telefon:

$B = 8 \text{ Pa}^{0,87}$ $t_b = -12 \text{ °C}$ $p_2 = 0 \text{ %}$ $t_o = 18,3 \text{ °C}$

Místnost	UČM	OK	Var	x m	y m	U W.K ⁻¹ .m ⁻²	kU	PO	Δt K	S m ²	SO m ²	SR m ²	Q W	t _s °C
001	001	SO1	V1	4,00	3,30	1,400	1,00	0	15	13,2	0,0	13,2	277,2	12,4
		SO1	V1	2,00	3,30	1,400	1,00	0	27	6,6	0,0	6,6	249,5	10,3
Q _{cm} = 567 W														
002	002	SO1	V1	13,60	3,30	1,400	1,00	0	15	44,9	0,0	44,9	942,5	12,4
Q _{cm} = 1026 W														
003	003	SO1	V1	3,90	3,30	1,400	1,00	0	15	12,9	0,0	12,9	270,3	12,4
Q _{cm} = 289 W														
004	004	SO1	V1	2,30	3,30	1,400	1,00	0	15	7,6	0,0	7,6	159,4	12,4
Q _{cm} = 169 W														
005	005	SO1	V1	8,50	3,30	1,400	1,00	1	15	28,0	1,0	27,1	568,9	12,4
		OD28	V1	1,20	0,80	1,400	1,15	1	15	1,0	1,0	1,0	23,2	12,0
Q _{cm} = 779 W														
006	006	SO1	V1	8,00	3,30	1,400	1,00	2	15	26,4	1,9	24,5	514,1	12,4
		OD28	V1	1,20	0,80	1,400	1,15	2	15	1,9	1,9	1,9	46,4	12,0
Q _{cm} = 872 W														
007	007	SO1	V1	14,00	4,00	1,400	1,00	2	15	56,0	2,2	53,8	1 130,1	12,4
		OD29	V1	1,25	0,98	1,400	1,15	1	15	1,2	1,2	1,2	29,6	12,0
		OD28	V1	1,20	0,80	1,400	1,15	1	15	1,0	1,0	1,0	23,2	12,0
Q _{cm} = 1626 W														
008	008	SO1	V1	3,20	4,00	1,400	1,00	1	15	12,8	3,0	9,8	205,8	12,4
		DO3	V1	1,50	2,00	1,800	1,00	1	15	3,0	3,0	3,0	81,0	11,6
Q _{cm} = 623 W														
009	009	SO1	V1	3,40	3,30	1,400	1,00	1	20	11,2	1,0	10,3	287,3	16,5
		OD28	V1	1,20	0,80	1,400	1,15	1	20	1,0	1,0	1,0	30,9	16,0
Q _{cm} = 486 W														
010	010	SO1	V1	4,50	3,30	1,400	1,00	1	15	14,9	0,2	14,7	307,6	12,4
		OD27	V1	0,50	0,40	1,400	1,15	1	15	0,2	0,2	0,2	4,8	12,0
Q _{cm} = 368 W														
011	011	SO1	V1	2,15	3,30	1,400	1,00	0	15	7,1	0,0	7,1	149,0	12,4
Q _{cm} = 151 W														
012	012	SO1	V1	2,50	3,30	1,400	1,00	1	15	8,3	1,8	6,5	136,0	12,4
		DO4	V1	0,90	1,97	1,800	1,00	1	15	1,8	1,8	1,8	47,9	11,6
Q _{cm} = 399 W														
101	101	SO1	V1	11,90	4,17	1,400	1,00	3	32	49,6	7,4	42,2	1 892,5	14,4
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	3	32	7,4	7,4	7,4	380,2	13,6
		SO1	V1	2,80	4,17	1,400	1,00	0	32	11,7	0,0	11,7	523,1	14,4
		PDL1	V1	9,60	4,50	1,000	1,00	0	20	43,2	0,0	43,2	864,0	16,7
Q _{cm} = 5059 W														
102	102	SO1	V1	5,60	4,17	1,400	1,00	1	32	23,4	2,5	20,9	936,0	14,4
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	1	32	2,5	2,5	2,5	126,7	13,6
		PDL1	V1	5,50	4,10	1,000	1,00	0	20	22,5	0,0	22,5	451,0	16,7

Web: www.protech.cz

Email: protech@protech.cz

Tel.: 487 727 254

Stránka: 1 / 5

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

Mistnost	UČM	OK	Var	x m	y m	U W.K ⁻¹ .m ⁻²	kU	PO	Δt K	S m ²	SO m ²	SR m ²	Q W	t _s °C
Q _{cm} = 2136 W														
103	103	SO1	V1	3,00	4,17	1,400	1,00	1	27	12,5	2,5	10,1	379,9	10,3
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	1	27	2,5	2,5	2,5	106,9	9,6
		PDL1	V1	4,05	3,00	1,000	1,00	0	15	12,1	0,0	12,1	182,2	12,5
Q _{cm} = 988 W														
104	104	SO1	V1	1,30	4,17	1,400	1,00	1	27	5,4	1,5	3,9	148,2	10,3
		OD16	V1	1,00	1,50	1,400	1,15	1	27	1,5	1,5	1,5	65,2	9,6
		PDL1	V1	8,50	3,90	1,000	1,00	0	15	33,1	0,0	33,1	497,3	12,5
Q _{cm} = 865 W														
105	105	SO1	V1	5,25	4,17	1,400	1,00	1	32	21,9	16,8	5,1	226,8	14,4
		OD14	V1	5,10	3,30	1,400	1,15	1	32	16,8	16,8	16,8	867,1	13,6
		PDL1	V1	4,60	5,25	1,000	1,00	0	20	24,1	0,0	24,1	483,0	16,7
Q _{cm} = 2415 W														
106	106	SO2	V1	4,50	13,41	1,400	1,00	1	27	60,3	4,9	55,4	2 095,9	10,3
		DO1	V1	2,13	2,30	1,400	1,00	1	27	4,9	4,9	4,9	185,2	10,3
		PDL1	V1	8,70	4,50	1,000	1,00	0	15	39,1	0,0	39,1	587,3	12,5
Q _{cm} = 3396 W														
107	107	SO1	V1	3,90	4,17	1,400	1,00	0	32	16,3	0,0	16,3	728,6	14,4
		SO1	V1	10,95	4,17	1,400	1,00	3	32	45,7	11,3	34,3	1 537,6	14,4
		OD2	V1	1,40	2,70	1,400	1,15	3	32	11,3	11,3	11,3	584,2	13,6
		SO1	V1	6,20	4,17	1,400	1,00	2	32	25,9	5,9	20,0	895,5	14,4
		OD3	V1	1,15	2,55	1,400	1,15	2	32	5,9	5,9	5,9	302,2	13,6
		SO1	V1	2,76	4,17	1,400	1,00	0	32	11,5	0,0	11,5	514,9	14,4
		PDL1	V1	10,95	6,50	1,000	1,00	0	20	71,2	0,0	71,2	1 423,5	16,7
Q _{cm} = 8338 W														
108	108	SO1	V1	7,76	4,17	1,400	1,00	2	32	32,4	6,4	26,0	1 164,1	14,4
		OD4	V1	1,25	2,55	1,400	1,15	2	32	6,4	6,4	6,4	328,4	13,6
		PDL1	V1	6,10	5,30	1,000	1,00	0	20	32,3	0,0	32,3	646,6	16,7
Q _{cm} = 3372 W														
109	109	SO1	V1	4,37	4,17	1,400	1,00	1	32	18,2	3,2	15,0	673,6	14,4
		OD4	V1	1,25	2,55	1,400	1,15	1	32	3,2	3,2	3,2	164,2	13,6
		PDL1	V1	5,12	4,40	1,000	1,00	0	20	22,5	0,0	22,5	450,6	16,7
Q _{cm} = 1911 W														
110	110	SO1	V1	2,61	4,17	1,400	1,00	0	32	10,9	0,0	10,9	487,6	14,4
		SO1	V1	6,22	4,17	1,400	1,00	2	32	26,0	5,7	20,2	906,7	14,4
		OD5	V1	1,10	2,60	1,400	1,15	2	32	5,7	5,7	5,7	294,7	13,6
		SO1	V1	4,40	4,17	1,400	1,00	1	32	18,3	3,6	14,7	658,9	14,4
		OD6	V1	1,40	2,60	1,400	1,15	1	32	3,6	3,6	3,6	187,5	13,6
		PDL1	V1	4,40	6,30	1,000	1,00	0	20	27,7	0,0	27,7	554,4	16,7
Q _{cm} = 4403 W														
111	111	SO1	V1	6,47	4,17	1,400	1,00	2	32	27,0	7,3	19,7	883,5	14,4
		OD6	V1	1,40	2,60	1,400	1,15	2	32	7,3	7,3	7,3	375,1	13,6
		SO1	V1	1,73	4,17	1,400	1,00	0	32	7,2	0,0	7,2	322,3	14,4
		PDL1	V1	4,30	6,50	1,000	1,00	0	20	27,9	0,0	27,9	559,0	16,7
Q _{cm} = 2883 W														
112	112	SO1	V1	4,50	4,17	1,400	1,00	1	27	18,8	2,5	16,3	616,3	10,3
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	1	27	2,5	2,5	2,5	106,9	9,6
		PDL1	V1	4,50	4,25	1,000	1,00	0	15	19,1	0,0	19,1	286,9	12,5
Q _{cm} = 1391 W														
113	113	SO1	V1	4,20	4,17	1,400	1,00	1	27	17,5	6,8	10,7	405,0	10,3
		DO2	V1	1,70	4,00	1,400	1,00	1	27	6,8	6,8	6,8	257,0	10,3
		PDL1	V1	4,50	4,20	1,000	1,00	0	15	18,9	0,0	18,9	283,5	12,5
Q _{cm} = 1613 W														
114	114	SO1	V1	3,80	4,17	1,400	1,00	1	32	15,8	2,5	13,4	599,7	14,4
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	1	32	2,5	2,5	2,5	126,7	13,6

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

Místnost	UČM	OK	Var	x m	y m	U W.K ⁻¹ .m ⁻²	kU	PO	Δt K	S m ²	SO m ²	SR m ²	Q W	t _g °C
		PDL1	V1	3,80	4,10	1,000	1,00	0	20	15,6	0,0	15,6	311,6	16,7
Q _{cm} = 1393 W														
115	115	SO1	V1	3,40	4,17	1,400	1,00	1	32	14,2	2,5	11,7	525,0	14,4
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	1	32	2,5	2,5	2,5	126,7	13,6
		PDL1	V1	4,10	3,50	1,000	1,00	0	20	14,3	0,0	14,3	287,0	16,7
Q _{cm} = 1286 W														
116	116	SO1	V1	9,80	4,17	1,400	1,00	2	32	40,9	4,9	35,9	1 610,4	14,4
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	2	32	4,9	4,9	4,9	253,5	13,6
		PDL1	V1	4,10	10,00	1,000	1,00	0	20	41,0	0,0	41,0	820,0	16,7
Q _{cm} = 3459 W														
117	117	SO1	V1	3,95	4,17	1,400	1,00	1	32	16,5	2,5	14,0	627,7	14,4
		OD1	V1	1,20	2,05	1,400	1,15	1	32	2,5	2,5	2,5	126,7	13,6
		SO1	V1	8,20	4,17	1,400	1,00	1	32	34,2	3,8	30,4	1 362,5	14,4
		OD7	V1	1,80	2,10	1,400	1,15	1	32	3,8	3,8	3,8	194,7	13,6
		PDL1	V1	4,10	9,25	1,000	1,00	0	20	37,9	0,0	37,9	758,5	16,7
Q _{cm} = 4070 W														
201	201	SO1	V1	1,70	4,04	1,400	1,00	0	27	6,9	0,0	6,9	259,6	10,3
		SO1	V1	3,95	4,04	1,400	1,00	1	27	16,0	2,4	13,6	513,4	10,3
		OD8	V1	1,20	1,98	1,400	1,15	1	27	2,4	2,4	2,4	103,3	9,6
Q _{cm} = 1242 W														
202	202	SO1	V1	1,65	4,04	1,400	1,00	0	27	6,7	0,0	6,7	252,0	10,3
Q _{cm} = 270 W														
203	203	SO1	V1	3,85	4,04	1,400	1,00	1	32	15,6	2,4	13,2	590,4	14,4
		OD8	V1	1,20	1,98	1,400	1,15	1	32	2,4	2,4	2,4	122,4	13,6
Q _{cm} = 1187 W														
204	204	SO1	V1	5,70	4,04	1,400	1,00	2	32	23,0	4,8	18,3	818,8	14,4
		OD8	V1	1,20	1,98	1,400	1,15	2	32	4,8	4,8	4,8	244,8	13,6
Q _{cm} = 1751 W														
205	205	SO1	V1	1,95	4,04	1,400	1,00	0	27	7,9	0,0	7,9	297,8	10,3
Q _{cm} = 320 W														
206	206	SO1	V1	3,00	4,04	1,400	1,00	1	27	12,1	2,4	9,7	368,3	10,3
		OD8	V1	1,20	1,98	1,400	1,15	1	27	2,4	2,4	2,4	103,3	9,6
Q _{cm} = 760 W														
207	207	SO1	V1	1,20	4,04	1,400	1,00	1	27	4,8	2,4	2,4	92,5	10,3
		OD11	V1	1,00	2,40	1,400	1,15	1	27	2,4	2,4	2,4	104,3	9,6
Q _{cm} = 572 W														
208	208	SO1	V1	9,60	4,04	1,400	1,00	0	27	38,8	0,0	38,8	1 466,0	10,3
Q _{cm} = 1636 W														
211	211	SO1	V1	3,50	4,04	1,400	1,00	0	27	14,1	0,0	14,1	534,5	10,3
		SO1	V1	2,65	4,04	1,400	1,00	1	27	10,7	3,4	7,3	277,7	10,3
		OD9	V1	1,40	2,40	1,400	1,15	1	27	3,4	3,4	3,4	146,1	9,6
Q _{cm} = 1497 W														
212	212	SO1	V1	8,20	4,04	1,400	1,00	3	32	33,1	7,5	25,6	1 148,7	14,4
		OD10	V1	1,04	2,40	1,400	1,15	3	32	7,5	7,5	7,5	385,8	13,6
		SO1	V1	6,40	4,04	1,400	1,00	2	32	25,9	4,8	21,1	943,3	14,4
		OD11	V1	1,00	2,40	1,400	1,15	2	32	4,8	4,8	4,8	247,3	13,6
		SO1	V1	2,58	4,04	1,400	1,00	0	32	10,4	0,0	10,4	467,0	14,4
Q _{cm} = 4681 W														
213	213	SO1	V1	7,70	4,04	1,400	1,00	2	32	31,1	6,7	24,4	1 092,6	14,4
		OD9	V1	1,40	2,40	1,400	1,15	2	32	6,7	6,7	6,7	346,2	13,6
Q _{cm} = 2131 W														
214	214	SO1	V1	4,70	4,04	1,400	1,00	1	32	19,0	3,4	15,6	700,1	14,4
		OD9	V1	1,40	2,40	1,400	1,15	1	32	3,4	3,4	3,4	173,1	13,6
Q _{cm} = 1441 W														

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

Místnost	UČM	OK	Var	x m	y m	U W.K ⁻¹ .m ⁻²	kU	PO	Δt K	S m ²	SO m ²	SR m ²	Q W	t _g °C
215	215	SO1	V1	2,60	4,04	1,400	1,00	0	32	10,5	0,0	10,5	470,6	14,4
		SO1	V1	6,40	4,04	1,400	1,00	2	32	25,9	4,8	21,1	943,3	14,4
		OD11	V1	1,00	2,40	1,400	1,15	2	32	4,8	4,8	4,8	247,3	13,6
		SO1	V1	11,00	4,04	1,400	1,00	4	32	44,4	11,7	32,7	1 466,2	14,4
		OD9	V1	1,40	2,40	1,400	1,15	2	32	6,7	6,7	6,7	346,2	13,6
		OD10	V1	1,04	2,40	1,400	1,15	2	32	5,0	5,0	5,0	257,2	13,6
		SO1	V1	1,89	4,04	1,400	1,00	0	32	7,6	0,0	7,6	342,1	14,4
Q _{cm} = 5936 W														
216	216	SO1	V1	4,20	4,04	1,400	1,00	1	32	17,0	2,4	14,6	654,8	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
Q _{cm} = 1081 W														
217	217	SO1	V1	4,00	4,04	1,400	1,00	1	32	16,2	2,4	13,8	618,6	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
Q _{cm} = 1043 W														
218	218	SO1	V1	3,90	4,04	1,400	1,00	1	32	15,8	2,4	13,4	600,5	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
Q _{cm} = 1025 W														
219	219	SO1	V1	3,88	4,04	1,400	1,00	1	32	15,7	2,4	13,3	596,9	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
Q _{cm} = 1020 W														
220	220	SO1	V1	4,00	4,04	1,400	1,00	1	32	16,2	2,4	13,8	618,6	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
Q _{cm} = 1043 W														
221	221	SO1	V1	5,80	4,04	1,400	1,00	1	32	23,4	2,4	21,1	944,4	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
Q _{cm} = 1384 W														
222	222	SO1	V1	4,00	4,04	1,400	1,00	1	32	16,2	2,4	13,8	618,6	14,4
		OD12	V1	1,20	1,96	1,400	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	105,4	14,4
		SO1	V1	9,50	4,04	1,400	1,00	1	32	38,4	3,7	34,7	1 553,3	14,4
		OD13	V1	1,80	2,06	1,400	1,15	1	32	3,7	3,7	3,7	191,0	13,6
Q _{cm} = 3223 W														
301	301	SO1	V1	1,30	2,30	1,400	1,00	1	32	3,0	1,4	1,6	70,1	14,4
		OD15	V1	0,95	1,50	1,400	1,15	1	32	1,4	1,4	1,4	73,4	13,6
		SCH1	V1	7,35	1,77	0,250	1,00	1	32	13,0	1,2	11,8	94,1	19,0
		OD30	V1	0,78	1,60	1,400	1,15	1	32	1,2	1,2	1,2	64,3	13,6
Q _{cm} = 531 W														
302	302	SCH1	V1	7,69	3,55	0,250	1,00	1	32	27,3	1,5	25,8	206,6	19,0
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 545 W														
303	303	SCH1	V1	6,00	4,00	0,250	1,00	1	32	24,0	1,5	22,5	180,2	19,0
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 517 W														
304	304	SCH1	V1	10,00	3,00	0,250	1,00	1	32	30,0	1,5	28,5	228,2	19,0
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 568 W														
305	305	SCH1	V1	6,05	3,00	0,250	1,00	1	27	18,1	1,5	16,7	112,6	14,2
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	27	1,5	1,5	1,5	64,0	9,6
Q _{cm} = 394 W														
306	306	SO1	V1	1,20	3,90	1,400	1,00	1	27	4,7	1,1	3,5	133,7	10,3
		OD19	V1	0,90	1,27	1,400	1,15	1	27	1,1	1,1	1,1	49,7	9,6
		SCH1	V1	8,50	4,00	0,250	1,00	0	27	34,0	0,0	34,0	229,5	14,2
Q _{cm} = 538 W														
307	307	SO1	V1	9,60	3,90	1,400	1,00	0	27	37,4	0,0	37,4	1 415,2	10,3
		SCH1	V1	5,30	4,30	0,250	1,00	0	27	22,8	0,0	22,8	153,8	14,2

Web: www.protech.cz

Email: protech@protech.cz

Tel.: 487 727 254

Stránka: 4 / 5

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

Mistnost	UČM	OK	Var	x m	y m	U W.K ⁻¹ .m ⁻²	kU	PO	Δt K	S m ²	SO m ²	SR m ²	Q W	t _g °C
Q _{cm} = 1761 W														
309	309	SCH1	V1	20,00	15,30	0,250	1,00	14	32	306,0	17,5	288,5	2 308,2	19,0
		OD30	V1	0,78	1,60	1,400	1,15	14	32	17,5	17,5	17,5	900,2	13,6
		SO1	V1	3,50	2,00	1,400	1,00	3	32	7,0	2,2	4,8	214,7	14,4
		OD20	V1	1,21	1,12	1,400	1,15	1	32	1,4	1,4	1,4	69,8	13,6
		OD21	V1	0,60	0,71	1,400	1,15	2	32	0,9	0,9	0,9	43,9	13,6
Q _{cm} = 4127 W														
311	311	SCH1	V1	7,00	6,10	0,250	1,00	2	27	42,7	2,5	40,2	271,4	14,2
		OD30	V1	0,78	1,60	1,400	1,15	2	27	2,5	2,5	2,5	108,5	9,6
Q _{cm} = 403 W														
312	312	SCH1	V1	8,50	10,70	0,250	1,00	4	32	90,9	5,0	86,0	687,7	19,0
		OD30	V1	0,78	1,60	1,400	1,15	4	32	5,0	5,0	5,0	257,2	13,6
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	2	32	2,7	0,9	1,8	82,8	14,4
		OD21	V1	0,60	0,71	1,400	1,15	2	32	0,9	0,9	0,9	43,9	13,6
Q _{cm} = 1255 W														
313	313	SCH1	V1	5,20	4,90	0,250	1,00	0	32	25,5	0,0	25,5	203,8	19,0
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	1	32	2,7	1,5	1,2	55,0	14,4
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 584 W														
314	314	SCH1	V1	4,15	5,10	0,250	1,00	0	32	21,2	0,0	21,2	169,3	19,0
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	1	32	2,7	1,5	1,2	55,0	14,4
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 549 W														
315	315	SCH1	V1	4,20	5,50	0,250	1,00	0	32	23,1	0,0	23,1	184,8	19,0
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	1	32	2,7	1,5	1,2	55,0	14,4
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 565 W														
316	316	SCH1	V1	4,80	4,23	0,250	1,00	0	32	20,3	0,0	20,3	162,4	19,0
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	1	32	2,7	1,5	1,2	55,0	14,4
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 542 W														
317	317	SCH1	V1	4,82	4,20	0,250	1,00	0	32	20,2	0,0	20,2	162,0	19,0
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	1	32	2,7	1,5	1,2	55,0	14,4
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 542 W														
318	318	SCH1	V1	5,10	4,50	0,250	1,00	0	32	22,9	0,0	22,9	183,6	19,0
		SO1	V1	1,80	1,50	1,400	1,00	1	32	2,7	1,5	1,2	55,0	14,4
		OD18	V1	0,95	1,55	1,400	1,15	1	32	1,5	1,5	1,5	75,9	13,6
Q _{cm} = 564 W														
319	319	SCH1	V1	5,00	6,50	0,250	1,00	0	32	32,5	0,0	32,5	260,0	19,0
		SO1	V1	1,70	2,30	1,400	1,00	1	32	3,9	1,4	2,5	111,3	14,4
		OD15	V1	0,95	1,50	1,400	1,15	1	32	1,4	1,4	1,4	73,4	13,6
Q _{cm} = 663 W														
320	320	SO1	V1	1,90	2,30	1,400	1,00	1	27	4,4	2,3	2,1	80,1	10,3
		OD17	V1	1,50	1,50	1,400	1,15	1	27	2,3	2,3	2,3	97,8	9,6
		SCH1	V1	1,90	21,00	0,250	1,00	0	27	39,9	0,0	39,9	269,3	14,2
Q _{cm} = 617 W														

Legenda

Q_{cm} - tepelné ztráty včetně přírážky p₂

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

Výpočet budovy - varianta 1

Firma:

Stavba: Centrum zahradnického výzkumu

Místo: Lednice

Investor: MZLU Brno

Zakázka: lednice

Archiv: Lednice

Projektant: Havránková

Datum: 4.8.2010

E-mail:

Telefon:

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

B = 8 Pa^{0,87} t_e = -12 °C p₂ = 0 % t_o = 18,3 °C

podl.	č.m.	účel	úsek	t _i °C	O m ³	S _p m ²	Q _m W	Q _{cm} W	q _{cm} W.m ⁻²
ÚSEK 1									
0	001	SCHODIŠTĚ	1	15	73,36	22,2	0	567	25,5
0	002	TECHNOLOGIE ZÁVLAH	1	15	100,75	30,5	0	1 026	33,6
0	003	STROJOVNA VÝTAHU	1	15	50,84	15,4	0	289	18,7
0	004	ROZVODNA NN	1	15	51,61	15,6	0	169	10,8
0	005	TECHNICKÁ MÍSTNOST	1	15	58,21	17,6	136	779	44,2
0	006	KOTELNA	1	15	129,36	39,2	272	872	22,2
0	007	FYTOTRONY	1	15	150,00	37,5	340	1 626	43,4
0	008	MANIPULACE	1	15	42,24	10,6	330	623	59,0
0	009	TECHNOLOGICKÁ LABORA	1	20	47,12	14,3	161	486	34,0
0	010	ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTV	1	15	59,40	18,0	50	368	20,4
0	011	SKLAD	1	15	25,68	7,8	0	151	19,4
0	012	CHODBA	1	15	140,25	42,5	214	399	9,4
1	101	Laboratoř	1	20	180,14	43,2	909	5 059	117,1
1	102	Laboratoř	1	20	94,03	22,5	461	2 136	94,7
1	103	WC	1	15	50,67	12,1	256	988	81,3
1	104	SCHODIŠTĚ	1	15	138,24	33,1	138	865	26,1
1	105	KNIHOVNA	1	20	100,71	24,1	749	2 415	100,0
1	106	CHODBA	1	15	525,00	39,1	278	3 396	86,7
1	107	CVIČEBNA	1	20	296,80	71,2	1 469	8 338	117,1
1	108	Laboratoř	1	20	134,82	32,3	991	3 372	104,3
1	109	Laboratoř	1	20	93,94	22,5	496	1 911	84,8
1	110	Laboratoř	1	20	115,59	27,7	850	4 403	158,9
1	111	Laboratoř	1	20	116,55	27,9	596	2 883	103,2
1	112	ARCHIV	1	15	79,75	19,1	330	1 391	72,7
1	113	CHODBA	1	15	78,81	18,9	623	1 613	85,4
1	114	DIGI.PRACOVIŠTĚ	1	20	64,97	15,6	303	1 393	89,4
1	115	DIGI.CENTRUM	1	20	59,84	14,3	303	1 286	89,6
1	116	GRAF.CENTRUM	1	20	170,97	41,0	606	3 459	84,4
1	117	HERBÁŘOVNA	1	20	158,15	37,9	764	4 070	107,3
2	201	SKLAD	1	15	27,47	6,8	250	1 242	182,6
2	202	SKLAD	1	15	27,15	6,7	0	270	40,2
2	203	SEKRETARIÁT	1	20	67,87	16,8	415	1 187	70,7
2	204	SEKRETARIÁT	1	20	97,28	24,1	593	1 751	72,7
2	205	SERVER	1	15	33,94	8,4	0	320	38,1
2	206	WC	1	15	50,90	12,6	250	760	60,3
2	207	SCHODIŠTĚ	1	15	137,36	34,0	374	572	16,8
2	208	TECHNICKÁ MÍSTNOST	1	15	92,07	22,8	0	1 636	71,8

Web: www.protech.cz

Email: protech@protech.cz

Tel.: 487 727 254

Stránka: 1 / 2

Tepelné ztráty

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

TZ v.9.8.0 © 2006 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 16.9.2011

podl.	č.m.	účel	úsek	t °C	O m³	S _p m²	Q _m W	Q _{cm} W	q _{cm} W.m ⁻²
2	211	KUCHYŇKA	1	15	39,27	9,7	418	1 497	154,0
2	212	Laboratoř	1	20	214,60	53,1	1 276	4 681	88,1
2	213	Laboratoř	1	20	155,54	38,5	567	2 131	55,4
2	214	Laboratoř	1	20	94,94	23,5	496	1 441	61,3
2	215	PROPAGACE	1	20	284,42	70,4	1 586	5 936	84,3
2	216	PRACOVNA	1	20	71,27	17,6	294	1 081	61,3
2	217	PRACOVNA	1	20	67,87	16,8	294	1 043	62,1
2	218	PRACOVNA	1	20	64,48	16,0	294	1 025	64,2
2	219	PRACOVNA	1	20	65,33	16,2	294	1 020	63,1
2	220	PRACOVNA	1	20	67,87	16,8	294	1 043	62,1
2	221	PRACOVNA	1	20	98,41	24,4	294	1 384	56,8
2	222	Laboratoř	1	20	153,52	38,0	600	3 223	84,8
3	301	PRACOVNA	1	20	47,87	14,0	209	531	37,9
3	302	PRACOVNA	1	20	60,17	17,6	245	545	31,0
3	303	PRACOVNA	1	20	58,67	17,2	245	517	30,1
3	304	SEKRETARIÁT	1	20	73,71	21,6	245	568	26,3
3	305	WC	1	15	45,13	13,2	206	394	29,9
3	306	SCHODIŠTĚ	1	15	132,60	34,0	119	538	15,8
3	307	TECHNICKÁ MÍSTNOST	1	15	88,88	22,8	0	1 761	77,3
3	309	ATELIÉR	1	20	1 041,81	145,7	323	4 127	28,3
3	311	TECHNICKÁ MÍSTNOST	1	15	166,70	23,3	0	403	17,3
3	312	Laboratoř	1	20	550,27	77,0	171	1 255	16,3
3	313	PRACOVNA	1	20	73,04	21,4	245	584	27,3
3	314	PRACOVNA	1	20	58,14	17,0	245	549	32,3
3	315	PRACOVNA	1	20	65,59	19,2	245	565	29,5
3	316	PRACOVNA	1	20	56,94	16,7	245	542	32,6
3	317	PRACOVNA	1	20	56,94	16,7	245	542	32,5
3	318	PRACOVNA	1	20	64,92	19,0	245	564	29,7
3	319	PRACOVNA	1	20	61,12	17,9	209	663	37,1
3	320	CHODBA	1	15	136,42	39,9	165	617	15,5
Σ úsek 1					8 138,3	1 801,2	23 820	109 845	

Příloha č.2 – Výpočet tepelného čerpadla, výpis z programu EES

File:tepelne_cerpadlo_diplomka.EES

19.9.2011 17:32:12 Page

EES Ver. 8.874: #1494: For use only in the Department of Energy Engineering, Tech. Univ. of Ostrava, Czech Republic

```
chladio$='R407C'
t_k=50
t_o=-7
Q_k=6800

P_k=Pressure(R407C;T=T_k;x=0)
P_o=Pressure(R407C;T=T_o;x=1)

T_1=Temperature(R407C;s=s_1;P=P_o)
T_2=Temperature(R407C;s=s_1;P=P_k)
T_4=Temperature(R407C;x=0;P=P_k)

s_1=Entropy(R407C;T=t_o;x=1)

i_1=Enthalpy(R407C;x=1;T=t_o)
i_2=Enthalpy(R407C;s=s_1;P=P_k)
i_3=Enthalpy(R407C;x=0;P=P_k)
i_3=i_4

q_0=i_1-i_4
q_t=i_2-i_3
a_ie=i_2-i_1
m=Q_k/(q_t*1000)
m_prep=Q_k*3,6/q_t
epsilon_t=q_t/a_ie*0,75
epsilon_ch=epsilon_t-1
Q_00=m*q_0
Q_11=m*q_t
P_ie=a_ie*m
epsilon_vn=q_0/a_ie
sigma=p_k/p_o
P_e=P_ie*(1/0,7)
P_el=P_e/0,9

rho_1=Density(R407C;T=T_o;s=s_1)
rho_2=Density(R407C;s=s_1;P=P_k)
rho_3=Density(R407C;x=0;P=P_k)

V_1=1/rho_1
V_2=1/rho_2
V_3=1/rho_3

V_1s=m_prep*V_1
V_2v=m_prep*V_2
V_3k=m_prep*V_3

w_1s=10
w_2v=12
w_3k=0,6

S_1s=V_1s/(w_1s*3600)
S_2v=V_2v/(w_2v*3600)
S_3k=V_3k/(w_3k*3600)

d_1s=(sqrt((4*S_1s)/pi))*1000
d_2v=(sqrt((4*S_2v)/pi))*1000
d_3k=(sqrt((4*S_3k)/pi))*1000
```

AlfaNovaPlate Heat Exchanger

Technická Specifikace

Typ : AlfaNova 52-20HS1S2ThreaExt1"S3S4Solde1 1/8"

Výpočet : Datum : 10.5.2011

		Horká strana Primary side(S4)	Studená strana Secondary side
Kapalina		R407C	Voda
Hmotnostní průtok	kg/h	123.5	390.6
Zkondenzované médium/Odpařený	kg/h	123.5	0.000
Vstupní teplota	°C	74.5	30.0
Mez sytosti	°C	50.0	
Výstupní teplota(plyn/liquid)	°C	45.2/40.8	45.0
Provozní tlak(Vstup/Výstup)	bara	19.9/19.9	
Tlaková ztráta	kPa	0.882	1.47
Rychlost připojení(Vstup/Výstup)	m/s	1.13/0.0797 0.263/0.264	
Výměna tepla	kW	6.800	
Rezerva	%	41	
Střední rozdíl teplot	K	9.8	
Relative direction of the fluids		Protiproud	
Počet chodů		1	1
Materiál deska/ bonding		Alloy 316 / SS	
Zapojení S1 (Studená-Výstup) (B21) Alloy 316		Závít (vnější)/ 1" ISO 228/1-G	
Zapojení S2 (Studená-Vstup) (B21) Alloy 316		Závít (vnější)/ 1" ISO 228/1-G	
Zapojení S3 (Horká-Výstup)		Pájený/ 1 1/8" (H21) Alloy 316	
Zapojení S4 (Horká-Vstup)		Pájený/ 1 1/8" (H21) Alloy 316	
Kód tlakové nádoby		PED	
Návrhový tlak v 75.0 °C	Bar	30.0	25.0
Návrhový tlak v 225.0 °C	Bar	26.0	21.0
Návrhová teplota	°C	-196.0/225.0	
Celková délka x šířka x výška	mm	85 x 111 x 526	
Čistá váha, prázdná/provozní	kg	6.50 / 6.50	
Price incl Extras RCPL:		1378 EUR	

Physical Properties

(vstup/výstup)	Horká strana Kapalina	Plyn	Studená strana Kapalina	Plyn
Hust	869.4/1036	72.82/87.19	994.4/988.9	
Sp. teplo	2.221/1.800	1.184/1.717	4.182/4.174	
Visk	0.0821/0.123	0.0177/0.0147	0.801/0.596	
Tep. vodivost	0.0540/0.0748	0.0165/0.0145	0.617/0.636	
Bub. p.		45.3/45.3		
Mez sytosti		50.0/50.0		
Mol.W		86.20/86.20		
Cr.pr.		46.47/46.47		
Cr.temp.		86.1/86.1		
Lat. teplo		145.6/153.7		

AlfaSelect

Výparník R407C
Kondenzátor R407C
All
AlfaNova
AlfaNova REF Condenser

File
Liq/Liq
2-phase
Evap
Cond
Selection

Capacity: [kW] Margin: %

Condensing Liquid Heating

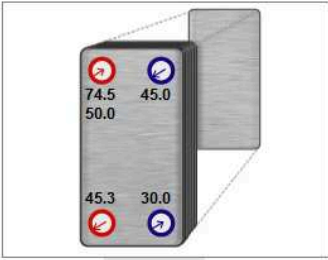
Tgas in: ☒ [°C]
 Cond temp: In temp: [°C]
 Out temp: Out temp: [°C]
 Out quality:
 In press: [bara]
 Out press: [bara]
 Flow: Flow: [kg/h]
 Max pr. drop: Max pr. drop: [kPa]

R407C Water

Mixture Mixture

Profile Profile

AlfaNova REF Condenser Calculate



Picture
In/Outlets
Temp. profile

Options...

All Products PED

Hot inlet: S4

Designed for: REF inch

Regions: Europe Standard

Results Remove Clear

#	Description	kW	%	kPa	kPa	Lead t	EUR	Note
1	AlfaNova 27-34H	6.800	12.9	0.2144	0.3576	15	1282	⚠
1	AlfaNova 52-20H	6.800	40.6	0.8822	1.467	1	1378	⚠
1	AlfaNova HP 27-34H	6.800	12.9	0.2144	0.3576	15	1634	⚠
1	AlfaNova HP 52-20H	6.800	40.6	0.8822	1.467	1	1845	⚠
1	AlfaNova 76-30H	6.800	161	0.02804	0.1131	1	3253	⚠
1	AlfaNova HP 76-30H	6.800	161	0.02804	0.1131	1	4200	⚠

Order / Quotation Specification

Description	Qty	Item id	Price/Unit
AlfaNova 27-34H	1	32870 0092 9	1282

Category	Description	Item Id	EUR
<input type="checkbox"/> Feet etc.			
<input type="checkbox"/> Lifting Lug			
<input type="checkbox"/> Insulation			

AlfaSelect

Výparník R407C
Kondenzátor R407C
All
AlfaNova
AlfaNova REF Condenser

File
Liq/Liq
2-phase
Evap
Cond
Selection

Capacity: [kW] Margin: %

Condensing Liquid Heating

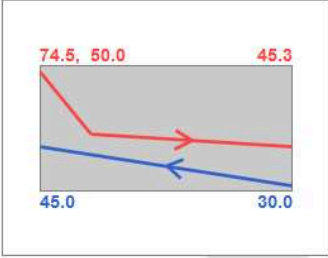
Tgas in: ☒ [°C]
 Cond temp: In temp: [°C]
 Out temp: Out temp: [°C]
 Out quality:
 In press: [bara]
 Out press: [bara]
 Flow: Flow: [kg/h]
 Max pr. drop: Max pr. drop: [kPa]

R407C Water

Mixture Mixture

Profile Profile

AlfaNova REF Condenser Calculate



Picture
In/Outlets
Temp. profile

Options...

All Products PED

Hot inlet: S4

Designed for: REF inch

Regions: Europe Standard

Results Remove Clear

#	Description	kW	%	kPa	kPa	Lead t	EUR	Note
1	AlfaNova 27-34H	6.800	12.9	0.2144	0.3576	15	1282	⚠
1	AlfaNova 52-20H	6.800	40.6	0.8822	1.467	1	1378	⚠
1	AlfaNova HP 27-34H	6.800	12.9	0.2144	0.3576	15	1634	⚠
1	AlfaNova HP 52-20H	6.800	40.6	0.8822	1.467	1	1845	⚠
1	AlfaNova 76-30H	6.800	161	0.02804	0.1131	1	3253	⚠
1	AlfaNova HP 76-30H	6.800	161	0.02804	0.1131	1	4200	⚠

Order / Quotation Specification

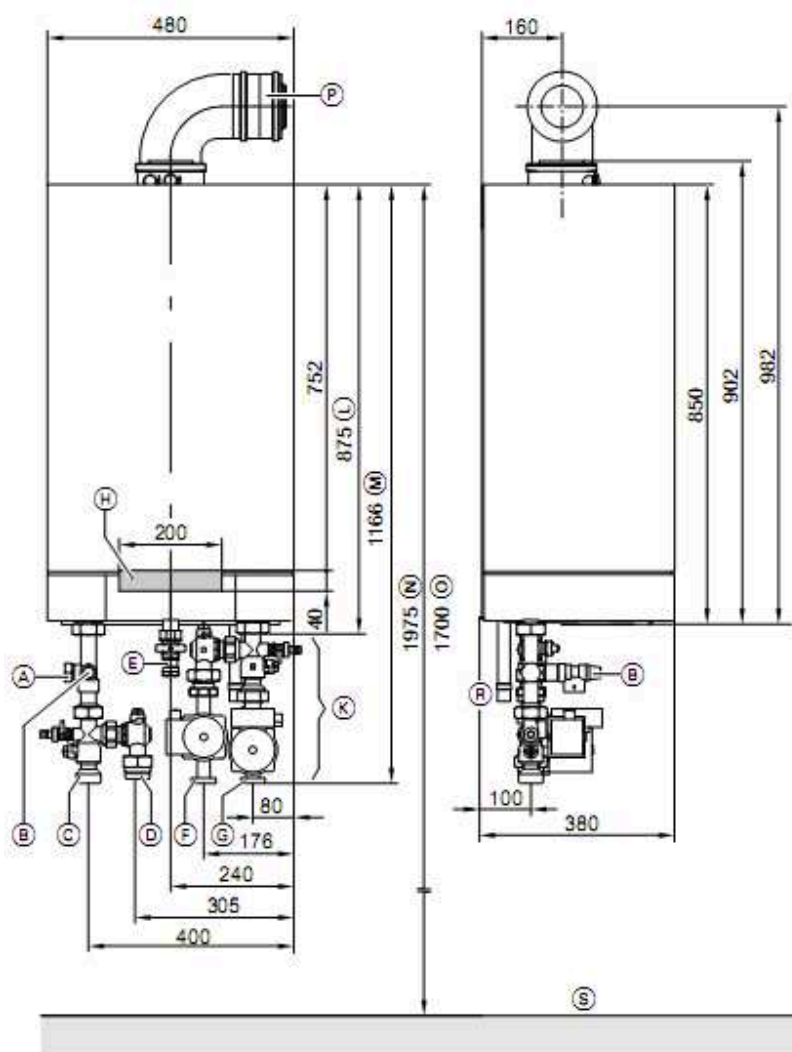
Description	Qty	Item id	Price/Unit
AlfaNova 27-34H	1	32870 0092 9	1282

Category	Description	Item Id	EUR
<input type="checkbox"/> Feet etc.			
<input type="checkbox"/> Lifting Lug			
<input type="checkbox"/> Insulation			

Příloha č.4 – Plynový kondenzační kotel

1.2 Technické údaje

Plynový kotel, provedení B a C, kategorie		II _{2N3P}	II _{2N3P}	II _{2N3P}	II _{2N3P}
		Kondenzační plynový kotel			
Rozmezí jmenovitého tepelného výkonu					
45 a 60 kW: Údaje dle EN 677.					
80 a 105 kW: Údaje dle EN 15417.					
$T_{\text{v}}/T_{\text{a}} = 50/30 \text{ °C}$	kW	17,0-45,0	17,0-60,0	30,0-80,0	30,0-105,0
$T_{\text{v}}/T_{\text{a}} = 80/60 \text{ °C}$	kW	15,4-40,7	15,4-54,4	27,0-72,6	27,0-95,6
Jmenovité tepelné zatížení	kW	16,1-42,2	16,1-56,2	28,1-75,0	28,1-98,5
Typ		WB2C	WB2C	WB2C	WB2C
Identifikační číslo výrobku		CE-0085BR0432			
Druh krytí		IP X4D dle EN 60529			
Připojovací tlak plynu					
Zemní plyn	mbar	20	20	20	20
zkapalněný plyn	mbar	50	50	50	50
Max. přípust. připojovací tlak plynu ^{†1}					
Zemní plyn	mbar	25,0	25,0	25,0	25,0
zkapalněný plyn	mbar	57,5	57,5	57,5	57,5
Elektrický příkon (ve stavu při dodání)	W	56	82	90	175
Hmotnost	kg	65	65	83	83
Objem výměníku tepla	l	7,0	7,0	12,8	12,8
Max. objemový tok	l/h	3500	3500	5700	5700
Mezní hodnota pro použití hydr. oddělovače					
Jmenovité oběhové množství vody při $T_{\text{v}}/T_{\text{a}} = 80/60 \text{ °C}$	l/h	1748	2336	3118	4106
Přípust. provozní tlak	bar	4	4	4	4
Rozměry					
Délka	mm	380	380	530	530
Šířka	mm	480	480	480	480
Výška	mm	850	850	850	850
Plynová přípojka	R	¾	¾	1	1
Jmenovitý příkon					
vztahený k max. zatížení					
plynem					
zemní plyn E	m³/h	4,47	5,95	7,94	10,42
zemní plyn LL	m³/h	5,19	6,91	9,23	12,12
zkapalněný plyn	kg/h	3,30	4,39	5,88	7,74
Charakteristiky spalín ^{†2}					
Skupina hodnot spalín dle G 635/G 636		$G_{\text{S2}}/G_{\text{S1}}$	$G_{\text{S2}}/G_{\text{S1}}$	$G_{\text{S2}}/G_{\text{S1}}$	$G_{\text{S2}}/G_{\text{S1}}$
Teplota (při teplotě vratné vody 30 °C)					
– při jmenovitém tepelném výkonu	°C	35	40	35	40
– při dílčím zatížení	°C	33	35	33	35
Teplota (při teplotě vratné vody 60 °C)					
– při jmenovitém tepelném výkonu	°C	65	70	65	70
Hmotnostní tok					
Zemní plyn					
– při jmenovitém tepelném výkonu	kg/h	81,2	110,6	147,5	193,3
– při dílčím zatížení	kg/h	31,1	31,1	55,8	55,8
zkapalněný plyn					
– při jmenovitém tepelném výkonu	kg/h	78,2	106,7	143,8	185,4
– při dílčím zatížení	kg/h	26,6	26,6	46,4	46,4
Disponibilní tah					
	Pa	250	250	250	250
	mbar	2,5	2,5	2,5	2,5



- (A) Připojka expanzní nádoby G 1
- (B) Pojistný ventil
- (C) Výstup topné vody G 1½
- (D) Výstup do zásobníku G 1½
- (E) Plynová připojka R ¾
- (F) Vratná větev zásobníku G 1½
- (G) Vratná větev topení G 1½

- (H) Oblast k zavedení elektrických vedení na zadní straně
- (K) Připojovací sady (příslušenství)
- (L) Zobrazeno bez tepelné izolace (rozsah dodávky připojovací sady)
- (M) Bez připojovacích sad
- (N) S připojovacími sadami
- (O) Doporučený rozměr u zařízení s jedním kotlem

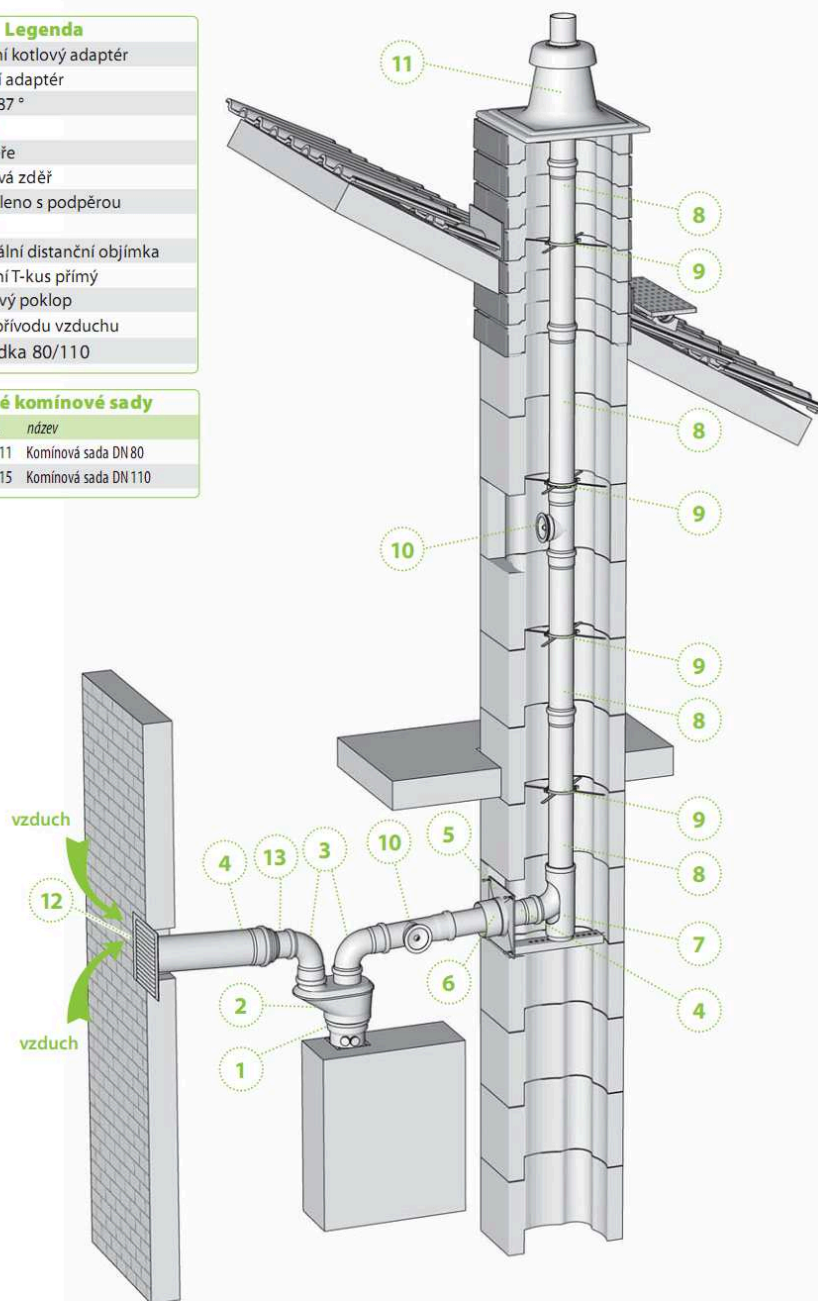
**Odvod spalín vložkou v komínovém tělese,
přívod vzduchu potrubím z venkovního prostoru (uzavřený spotřebič)**

Legenda

- 1 Koaxiální kotlový adaptér
- 2 Biaksiální adaptér
- 3 Kleno 87 °
- 4 Trubka
- 5 Kryt zděře
- 6 Komínová zděř
- 7 Patní kleno s podpěrou
- 8 Trubka
- 9 Univerzální dístáční objímka
- 10 Kontrolní T-kus přímý
- 11 Komínový poklop
- 12 Mřížka přívodu vzduchu
- 13 Přechodka 80/110

Vhodné komínové sady

strana	obj. č.	název
15	5210 0511	Komínová sada DN 80
17	5210 0515	Komínová sada DN 110



Příloha č. 6 – Návrhová tabulka expanzní nádoby

p_v Pojistný ventil na zdroji	→	p_{sv} bary	2,5			V_n	3,0			
p_0 Přetlak plynu v nádobě	→	p_0 bary	0,5	1,0	1,5	litry	0,5	1,0	1,5	1,8
V_A Maximální objem v soustavě	→	V_A litry	65	30	---	8	85	50	19	---
p_* Minimální plnicí tlak studené odplynné soustavy	→	p_* bary	1,0	1,6	---	12	120	75	29	---
		V_A litry	100	45	---	15	160	95	36	---
		p_* bary	1,0	1,6	---	18	200	130	60	17
		V_A litry	130	55	---	25	320	220	120	55
		p_* bary	1,0	1,6	---	33	440	310	180	100
		V_A litry	170	85	---	35	470	340	200	110
		p_* bary	0,9	1,5	---	50	700	510	320	200
		V_A litry	270	150	33	80	1120	840	540	320
		p_* bary	0,9	1,4	1,9	100	1400	1050	670	410
		V_A litry	380	220	70	140	1960	1470	940	570
		p_* bary	0,8	1,3	1,8	200	2800	2100	1340	810
		V_A litry	400	240	80	250	3500	2630	1670	1010
		p_* bary	0,8	1,3	1,8	300	4200	3150	2010	1220
		V_A litry	610	380	130	400	5600	4200	2680	1620
		p_* bary	0,8	1,3	1,8	500	7000	5250	3350	2030
		V_A litry	980	610	210	600	8400	6300	4020	2430
		p_* bary	0,8	1,3	1,8	800	11200	8400	5350	3240
		V_A litry	1230	760	260	1000	10600	10500	6690	4050
		p_* bary	0,8	1,3	1,8	1500	21000	15750	10040	6080
		V_A litry	1720	1070	360					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	2450	1530	520					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	3060	1910	650					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	3680	2290	780					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	4900	3050	1040					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	6130	3820	1300					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	7350	4580	1560					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	9800	6110	2080					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	11310	7630	2600					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					
		V_A litry	18380	11450	3900					
		p_* bary	0,8	1,3	1,8					

Standardní zapojení

- doporučení pro pojistný ventil

$$p_{sv} \geq p_0 + 1,5 \text{ bar}$$

- Nastavení tlaku plynu v nádobě $t \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$:

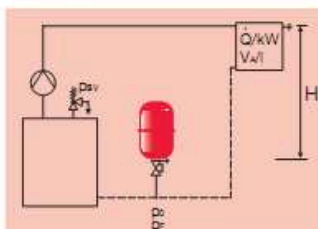
$$p_0 \geq \frac{H \text{ [m]}}{10} + 0,2 \text{ bar}$$

Doporučujeme:

$$p_0 \geq 1 \text{ bar}$$

- Výpočet plnicího tlaku podle zkušeností Reflex:

$$p_* \geq p_0 + 0,3 \text{ bar}$$



- Přibližné určení vodního objemu:
Článeková tělesa

$$V_A = \dot{Q} \text{ [kW]} \times 13,5 \text{ l/kW}$$

Desková tělesa

$$V_A = \dot{Q} \text{ [kW]} \times 8,5 \text{ l/kW}$$

Dimenzování otopných soustav

004620 - STAVOPROJEKT a.s. Olomouc

DIMOSW v.3.1.4 © 2004 PROTECH, s.r.o. Nový Bor

Datum tisku: 17.9.2011

Souhrnné údaje

Firma:

Stavba: Lednice

Místo: Lednice

Zakázka: Lednice.DMW

Projektant: Bc. Jitka Havránková

E-mail:

Investor:

Archiv: centrum zahradnického výzkumu

Datum: 17.9.2011

Telefon:

Výpočet - větev. Metoda výpočtu: po větvích. Kapalina: voda, $t_{w1} = 70,0$ °C, $\rho = 977,02$ kg.m⁻³

Větev	Typ	t_{w1} °C	Δt K	t_{w2} °C	t_{w1vyp} °C	Δt_{vyp} K	t_{w2vyp} °C	u	Δp_{min1} Pa	Z_{adDT1} Pa	Q W	M_1 kg.h ⁻¹	V_v dm ³
V1	D	70,0	15,0	55,0	70,0	15,0	55,0	0,70	14632	14632	56160	3 222,0	137,1
V2	D	70,0	15,0	55,0	70,0	15,0	55,0	0,70	12874	12874	52098	2 989,0	173,5
V3	D	80,0	20,0	60,0	80,0	20,0	60,0	0,70	10289	10289	30000	1 288,6	6,4
V4	D	45,0	15,0	30,0	45,0	15,0	30,0	0,70	6512	6512	11326	650,8	30,2

Celkový výkon

$Q = 149584$ W


Celkový hmotnostní průtok

$M = 8 150,4$ kg.h⁻¹

Celkový vodní objem

$V = 347,2$ dm³

Příloha č. 8 – Oběhové čerpadlo MAGNA 25 – 40, Severní větev

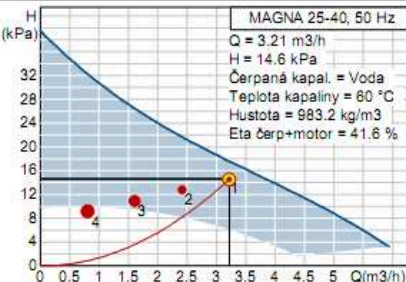
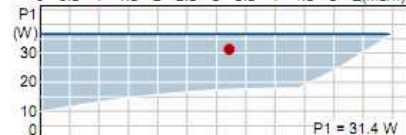


Název společnosti: -
 Vypracováno kým: -
 Telefon: -
 Fax: -
 Datum: -

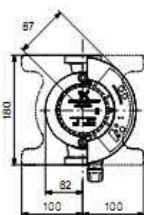
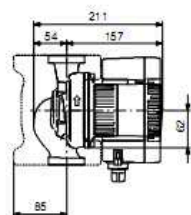
Popis	Hodnota
Název výrobku:	MAGNA 25-40
Číslo výrobku:	96817929
EAN kód:	5700311102374
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	3,22 m ³ /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	14,9 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Max. provozní tlak	10 bar
Schval. značky na typovém štítku:	CE, TSE, PCT
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina EN-JL1040 ASTM 35 B - 40 B
Oběžné kolo:	Kompozit, PES DN W.-Nr. 1.4301
Instalace:	
Rozsah okolní teploty	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Rozsah teploty kapaliny	2 .. 95 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983,2 kg/m ³
Elektrické údaje:	
Příkon - P ₁	10 .. 37 W
Max. spotřeba el. proudu:	0,08 .. 0,28 A
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230-240 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Řídicí jednotky:	
Poloha svorkovnice:	3H
Jiné:	
Hrubá hmotnost:	5,3 kg
Přepavní objem:	0,012 m ³
Energetický štítek:	A


MAGNA 25-40, 50 Hz

Q = 3,21 m³/h
 H = 14,6 kPa
 Čerpaná kapal. = Voda
 Teplota kapaliny = 60 °C
 Hustota = 983,2 kg/m³
 Eta čerp+motor = 41,6 %





P₁ = 31,4 W

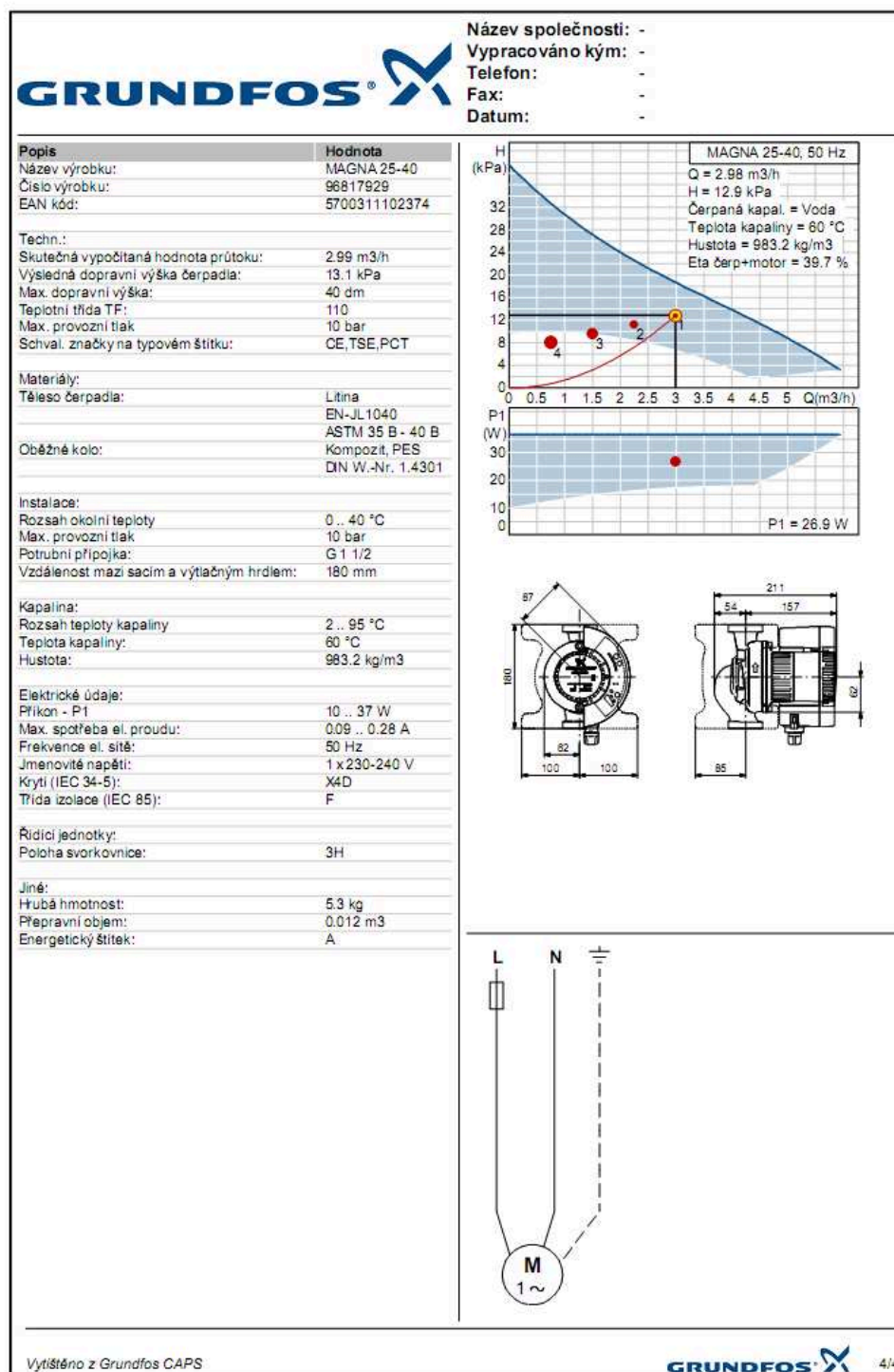






Vytisknuto z Grundfos CAPS


4/4

Příloha č.9 – Oběhové čerpadlo MAGNA 25 – 40, Jižní větev



Příloha č.10 – Oběhové čerpadlo ALPHA2 L 25 – 60, ohřev teplé vody

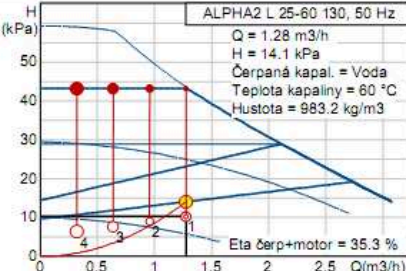


Název společnosti: -
Vyrabováno kým: -
Telefon: -
Fax: -
Datum: -

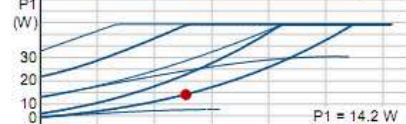
Popis	Hodnota
Název výrobku:	ALPHA2 L 25-60 130
Číslo výrobku:	95047563
EAN kód:	5700311668580
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.28 m ³ /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	14.4 kPa
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Max. provozní tlak	10 bar
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE, GS, CE
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-JL 1020
	ASTM A48-25 B
Oběžné kolo:	Compozit, PP
Instalace:	
Rozsah okolní teploty	0 ... 40 °C
Max. provozní tlak	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	130 mm
Kapalina:	
Rozsah teploty kapaliny	2 ... 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m ³
Elektrické údaje:	
Příkon - P ₁	5 ... 45 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.05 ... 0.38 A
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	42
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídicí jednotky:	
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Čistá hmotnost:	1.9 kg
Hrubá hmotnost:	2.1 kg
Energetický štítek:	A

ALPHA2 L 25-60 130, 50 Hz

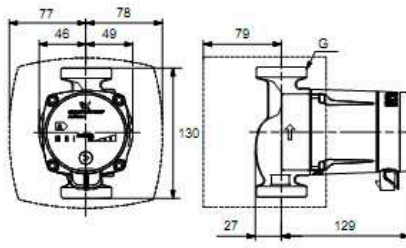
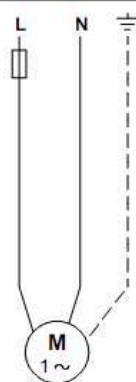
Q = 1.28 m³/h
H = 14.1 kPa
Čerpaná kapal. = Voda
Teplota kapaliny = 60 °C
Hustota = 983.2 kg/m³




Eta čerp+motor = 35.3 %



P₁ = 14.2 W

Vytlačeno z Grundfos CAPS


4/4

Příloha č.11 – Vzduchová clona

ROEN EST S.p.A.

34077 Ronchi dei Legionari (GO) - Italy

Tel.: +39 0481 474140 - Fax: +39 0481 779997

http: www.roenest.com - e-mail: info@roenest.com



Klient
Do ruk
Vasa znacka
Nasa znacka
Vypracoval

Datum 21/03/2011 13:22
Poloz. 38/

Ohrievac: Roen Est Kod	6.30.CU.10.CU.08.02.1745.32.W.X.X.004.016.R 1/2" L		
Material rukok: CU-.30	Vonk. plocha:	9 m2	Objem: 2,1 dm3
Material lamiel: CU-.10	Vnut. plocha:	0,83 m2	Hmotn.: 15,2 kg
Vonkajsi plyn:	Air / 101,32 kPa		
Prietok	0,61 m3/s = 2200 m3/h 0,73 kg/s		
Rychlost	1,75 m/s		
Teplota na vstupe a vystupe	18 °C -> 25,6 °C		
Vstup a vystup relativ. vlhkosti	45 % -> 28,4 %		
Tlakove straty	13 Pa		
Vnutorna kvapalina:	Water		
Prietok	0,09 l/s = 324 l/h 0,09 kg/s		
Rychlost	0,33 m/s		
Teplota na vstupe a vystupe	45 °C -> 30 °C		
Tlakove straty	2,2 kPa		
Vykon:	5,66 kW Protiprud		

Příloha č. 12 – Oběhové čerpadlo UPS 15 – 40, okruh vzduchotechniky

